

PHOTOS BY ANDREY G AKA DONUT190

В.Д.Чмырь

Материаловедение для отделочников-строителей. Материалы для малярных и штукатурных работ



В. Д. Чмырь

Материаловедение для отделочников-строителей.

Материалы для малярных и штукатурных работ

Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника для
профессионально-технических
училищ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1990

ББК 38.639
Ч-74
УДК-693.6

Рецензенты: инж. И. А. Цуцкова, канд. техн. наук О. С. Вершинина

Чмырь В. Д.

Ч-74 Материаловедение для отделочников-строителей. Материалы для малярных и штукатурных работ: Учеб. для ПТУ. — М.: Высш. шк., 1990. — 208 с.: ил.

ISBN 5-06-001105-4

Изложены основные свойства строительных материалов. Рассмотрены неорганические вяжущие вещества, заполнители для строительных растворов, растворы для обычных и декоративных штукатурок; пигменты и наполнители, связующие для водных и неводных окрасочных составов, вспомогательные материалы, краски и лаки, эмульсии, обои, декоративные пленки, клеи, материалы для монументально-декоративной живописи. Приведены лабораторно-практические работы.

Может быть использован для профессионального обучения рабочих на производстве.

Ч $\frac{3306000000(4307000000)-366}{052(01)-90}$ 105—90 ББК 38.639
6С6.7

Учебное издание

Чмырь Виталий Дмитриевич

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНИКОВ-СТРОИТЕЛЕЙ. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАЛЯРНЫХ И ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ

Редактор О. К. Мухина. Художественный редактор Т. В. Панина. Художник Ю. Д. Федичкин. Технический редактор Л. Ф. Попова. Корректор Г. А. Чечеткина

ИБ № 8528

Изд. № ИНД-505. Сдано в набор 10.11.89. Подп. в печать 15.05.90. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. офс. № 1. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Объем 13 усл. печ. л. + цв. вкл. 0,5 усл. п. л. 28,5 усл. кр.-отт. 15,60 уч.-изд. л. + цв. вкл. 0,46 уч.-изд. л. Тираж 150 000 экз. Зак. № 633. Цена 55 коп.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.
Ярославский полиграфкомбинат Госкомпечати СССР. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

ISBN 5-06-001105-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Учебник «Материаловедение для отделочников-строителей. Материалы для малярных и штукатурных работ» предназначен для изучения курса строительного материаловедения, предусмотренного программами для подготовки квалифицированных рабочих в профессионально-технических училищах по профессиям маляр строительный, штукатур, маляр строительный по художественной отделке и штукатур по художественной отделке. Так как учебник рассчитан на учащихся по четырем разным специальностям, главы I—III подлежат изучению всеми учащимися, а из остального учебного материала для изучения выбирают те главы, которые соответствуют программе курса материаловедения для соответствующей профессии.

По структуре учебник условно можно разделить на три взаимосвязанных раздела: первый — классификация и основные свойства строительных материалов; второй — материалы для производства штукатурных работ; третий — материалы для производства малярных работ, оклейки стен и монументально-декоративной живописи. Первый раздел дает учащимся базисные знания, необходимые для глубокого изучения материала второго и третьего разделов. Учебник охватывает описание основных (физических, химических, механических и технологических) свойств строительных материалов, неорганических вяжущих веществ, заполнителей, штукатурных растворов, пигментов и наполнителей, связующих для водных и неводных окрасочных составов, красок и лаков, вспомогательных материалов, обоев и пленок, материалов для фрески, темперы и других отделочных работ. К важнейшим темам даются лабораторные работы по испытанию и изучению штукатурных и малярных материалов. Для углубления и закрепления знаний по материаловедению и проверки их в ходе самостоятельной работы учащихся в конце каждой главы приведены контрольные вопросы.

Автор

КЛАССИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Классификация. Материалы, применяемые для строительства и ремонта зданий, сооружений и изготовления конструкций, называют строительными материалами.

По степени готовности различают собственно строительные материалы и строительные изделия — готовые детали и элементы, монтируемые и закрепляемые на месте работы. К *строительным материалам* относятся древесина, металлы, цемент, бетон, кирпич, песок, строительные растворы для каменных кладок и различных штукатурок, лакокрасочные материалы, природные камни и т. д. *Строительными изделиями* являются сборные железобетонные панели и конструкции, оконные и дверные блоки, санитарно-технические изделия и кабины. В отличие от изделий строительные материалы перед применением подвергают той или иной обработке — смешиванию с водой, уплотнению, распиливанию, теске.

В зависимости от происхождения, назначения, условий эксплуатации, вида сырья, технологии получения, свойств все строительные материалы разделяют на отдельные группы, т. е. их классифицируют. Различают две категории строительных материалов — общего и специального назначения. К материалам *общего назначения* относят древесину, металлы, цемент, бетон, камни, т. е. материалы, применяемые при возведении или изготовлении разнообразных строительных конструкций. Материалами *специального назначения* являются огнеупорные, химически стойкие, акустические, тепло- и гидроизоляционные.

По происхождению строительные материалы подразделяют на природные и искусственные. *Природными материалами* являются древесина, горные породы (природные камни), торф, природные битумы и асфальты и др. Эти материалы получают из природного сырья путем несложной обработки без изменения их первоначального строения и химического состава. *К искусственным материалам* относят кирпич, цемент, железобетон, стекло и др. Их получают из природного и искусственного сырья, побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства по специальным технологиям. Искусственные материалы отличаются от исходного сырья как строением, так и по химическому составу, что обусловлено коренной переработкой его в заводских условиях. Например, из размокающей в воде глины после формования, сушки и обжига получают водостойкую, прочную и долговечную керамику — кирпич, черепицу, трубы, плитки и т. п.

По технологическому признаку материалы подразделяют, учитывая вид сырья, из которого получают материал, и вид изготовления, на следующие группы.

Природные каменные материалы и изделия — получают из горных пород путем их механической обработки — стеновые блоки и камни, облицовочные плиты, детали архитектурного назначения, бутовый камень для фундаментов, щебень, гравий, песок и др.

Керамические материалы и изделия — получают из глины с добавками путем формования, сушки и обжига — кирпич, керамические блоки и камни, черепица, трубы, изделия из фаянса и фарфора, плитки облицовочные и для настилки полов, керамзит (искусственный гравий для легких бетонов) и др.

Стекло и другие материалы и изделия из минеральных расплавов — оконное и облицовочное стекло, стеклоблоки, стеклопрофилит (для ограждений), плитки, трубы, изделия из ситаллов и шлакоситаллов, каменное литье.

Неорганические вяжущие вещества — минеральные, преимущественно порошкообразные, материалы, образующие при смешивании с водой пластичное тесто, со временем приобретающее камневидное состояние — цементы различных видов, известь, гипсовые вяжущие и др.

Бетоны — искусственные каменные материалы, получаемые из смеси вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителей. Основной вид бетона — цементный, состоящий из цемента, воды, песка и щебня или гравия. Бетон со стальной арматурой называют железобетоном, он хорошо сопротивляется не только сжатию, но и изгибу и растяжению. Бетоны используют для изготовления монолитных и сборных конструкций.

Строительные растворы — механические смеси, состоящие из вяжущего, воды и мелкого заполнителя, со временем переходящие из тестообразного в камневидное состояние — применяют для каменных кладок, настилки плиток, различных штукатурок, формования изделий, заделки стыков в конструкциях.

Искусственные необожженные каменные материалы — получают на основе неорганических вяжущих и различных заполнителей — силикатный кирпич, гипсовые и гипсобетонные изделия, асбестоцементные изделия и конструкции, силикатные бетоны. К этой группе материалов можно отнести как цементные бетоны, так и строительные растворы.

Древесные материалы и изделия — получают в результате механической обработки древесины — круглый лес, пиломатериалы, заготовки для различных столярных изделий, паркет, фанера, плинтусы, поручни, дверные и оконные блоки, клееные конструкции.

Металлические материалы — наиболее широко применяемые в строительстве черные металлы (сталь и чугун), стальной прокат (двутавры, швеллеры, уголки), сплавы металлов, особенно алюминиевые. Стальной прокат применяют для возведения каркасов промышленных и гражданских зданий, мостов, для изготовления арматурной стали для железобетона, кровельной стали, труб, а также

различных металлических изделий, гвоздей, болтов, заклепок. Из чугуна отливают колонны, трубы и фасонные детали к ним, отопительные радиаторы, архитектурно-художественные изделия. Сплавы металлов широко используют в качестве конструкционных и отделочных материалов.

Органические вяжущие вещества и материалы на их основе — битумные и дегтевые вяжущие, кровельные и гидроизоляционные материалы — рубероид, пергамин, изол, бризол, гидроизол, толь, приклеивающие мастики, асфальтовые бетоны и растворы.

Полимерные материалы и изделия — группа материалов, получаемых на основе синтетических полимеров (термопластических и термореактивных смол), — линолеумы, релин, синтетические ковровые материалы, плитки, древеснослоистые пластики, стеклопластики, декоративно-отделочные пленки, трубы, герметизирующие материалы, пенопласты, поропласты, сотопласты; материалы этой группы отличаются высокими механическими, декоративными, технологическими свойствами, а также водо- и химической стойкостью.

По назначению и эксплуатационным признакам материалы делят на следующие группы.

Теплоизоляционные материалы — легкие пористые или волокнистые материалы, применяемые для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий, промышленного оборудования, трубопроводов — минеральная вата и изделия из нее, асбестовые материалы, ячеистые бетоны, газостекло, вспученные перлит и вермикулит, древесноволокнистые плиты, фибролит, камышит, войлок, пробковые плиты и др.

Акустические материалы — звукопоглощающие и звукоизоляционные — предназначены для снижения уровня «шумового загрязнения» помещения. К ним относятся звукопоглощающие минераловатные плиты, декоративно-акустические плиты акмигран, акустический фибролит, стекловолокнистые изделия, асбестовые маты, звукоизоляционные мягкие покрытия полов и др.

Гидроизоляционные и кровельные материалы создают водонепроницаемые слои на кровлях и других конструкциях, подвергающихся воздействию воды и водяных паров.

Герметизирующие материалы используют для заделки стыков в сборных конструкциях с обеспечением герметичности на длительный срок эксплуатации.

Отделочные (малярные) материалы — лакокрасочные материалы — на органических и неорганических связующих, создающие на окрашиваемых поверхностях защитное и декоративное покрытие, — грунтовки, шпатлевки, краски, связующие вещества и пигменты для изготовления красок, лаки, растворители и разжижители лаков и красок, полимерные окрасочные составы, оклеечные материалы.

Строительные материалы и изделия подразделяют также на следующие виды:

фундаментные, используемые для устройства фундаментов (бетонные и железобетонные блоки, бутовый камень);

стеновые, применяемые для возведения стен зданий (панели, кирпич, крупные блоки);

материалы для устройства перегородок (плиты, панели);

конструкционные материалы, которые воспринимают и передают нагрузки, для устройства перекрытий и лестниц (железобетонные панели, площадки, марши, ступени);

кровельные материалы, применяемые для устройства кровель (шифер, листовая сталь, черепица, рубероид);

материалы для устройства полов (доски, паркет, плитки, линолеум).

Основы стандартизации. Стандартизация — процесс установления и применения стандартов с целью улучшения качества готовой продукции, повышения уровня унификации, взаимозаменяемости, а также автоматизации производственных процессов, роста эффективности ремонта изделий. Стандартизация основывается на достижениях науки, техники и передового опыта и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития отраслей народного хозяйства.

Стандарт — нормативно-технический документ, устанавливающий определенный комплекс норм, правил и требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом. Стандарт может быть разработан как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ), так и на методы испытаний, правила приемки, технические требования различного характера.

В нашей стране действует во всех отраслях народного хозяйства Государственная система стандартизации (ГСС). В зависимости от сферы действия и условий утверждения стандарты подразделяют на следующие категории: государственные (ГОСТ); отраслевые (ОСТ); республиканские (РСТ) и стандарты предприятий (СТП). Существуют стандарты на нормы и правила проектирования — единая система конструкторской документации (ЕСКД), а также система стандартов в области управления и организации производства — единая система технологической документации (ЕСТД).

Наряду со стандартами в нашей стране действуют технические условия (ТУ), устанавливающие комплекс требований к конкретным типам, маркам, артикулам продукции. ГОСТЫ и ТУ — документы, которые устанавливают, что данный материал или изделие одобрены для производства и применения при определенном его качестве.

Основные положения строительного проектирования, производства строительных работ и требования к строительным материалам и изделиям регламентируют Строительные нормы и правила (СНиП).

Соответствие поступающих на стройку материалов и изделий предъявляемым стандартом требованиям проверяют путем испытаний их в строительной лаборатории.

Основу стандартизации размеров в проектировании, изготовлении строительных изделий и при возведении зданий и сооружений составляет Модульная координация размеров в строительстве

(МКРС) — совокупность правил установления размеров элементов зданий и сооружений, строительных изделий и оборудования на базе основного модуля, равного 100 мм (1М). Умножением основного модуля на целые коэффициенты образуются укрупненные модули (2М, 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М), на коэффициенты менее единицы — дробные модули ($^1/_2$М, $^1/_5$М, $^1/_{10}$М, $^1/_{20}$М, $^1/_{50}$М, $^1/_{100}$М). Модулирование позволяет установить размеры изделий, обеспечивающие их увязку в конструкции и взаимозаменяемость. Взаимозаменяемость строительных изделий одинакового функционального назначения достигается их унификацией, т. е. сокращением числа типов, видов, размеров или марок изделий.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит различие между строительным материалом и изделием? 2. Назовите важнейшие природные и искусственные строительные материалы. 3. Перечислите материалы общего и специального назначения. 4. Расскажите о материалах, которые различают по технологическому признаку и назначению. 5. Какие вы знаете неорганические и органические строительные материалы? 6. Какие стандарты действуют в СССР? 7. Чем отличается ГОСТ от СНиП? 8. Для чего нужны Модульная координация размеров в строительстве и унификация строительных изделий? 9. Поясните, что означает 2М, 30М, [illegible]М, [illegible]М?

ГЛАВА II

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 1. СОСТАВ И СТРОЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Свойства строительных материалов всецело обусловлены составом, внутренним строением и физико-химическим состоянием.

Для правильного понимания свойств строительных материалов нужно знать их химический, минеральный и фазовый составы.

Химический состав характеризует процентное содержание в материале химических элементов или оксидов, позволяет судить о некоторых свойствах материалов — механической прочности, огнестойкости, биостойкости и т. д.

Минеральный состав показывает, какие минералы и в каком количестве содержатся в каменном материале или в вяжущем веществе. Например, искусственный минерал трехкальциевый силикат ($3CaO \cdot SiO_2$) содержится в портландцементе в количестве 45...60 %, причем при большем его содержании твердение цемента ускоряется и повышается прочность цементного камня.

Фазовый состав указывает на содержание в материале фаз, т. е. частей, однородных по химическому составу и физическим свойствам и отделенных друг от друга поверхностями раздела. Например, основными фазами клинкера портландцемента являются алит, белит, целит и алюмоферритная фаза. В пористом материале выделяют твердые вещества, образующие стенки пор, и сами поры, заполненные воздухом, водой. Если вода замерзает, то образовавшийся в порах

и изменяет теплотехнические, механические и другие свойства материала, вызывает в нем большие внутренние напряжения вследствие увеличения объема замерзающей в порах воды. Фазовый состав материала и фазовые переходы воды в нем оказывают влияние на все свойства и поведение материала при эксплуатации. Материалы, представленные одной фазой, называют гомогенными, а двумя и более — гетерогенными.

Строение материала характеризуют его структурой и текстурой.

Структура — внутреннее строение материала, обусловленное формой, размерами, взаимным расположением составляющих его частиц, пор, капилляров, поверхностей раздела фаз, микротрещин и других структурных элементов. В зависимости от структуры различают материалы *изотропные* — обладающие одинаковыми свойствами во всех направлениях (затвердевшие бетоны и строительные растворы, керамические материалы), или *анизотропные*, свойства которых различны в разных направлениях (железобетон, древесина, волокнистые материалы).

Текстура — строение, обусловленное относительным расположением и распределением составных частей материала в занимаемом им пространстве. Текстура бывает слоистая, массивная, полосчатая, пористая и др.

В большинстве своем строительные материалы имеют пористую текстуру. Их подразделяют на мелкопористые, размеры пор которых определяются сотыми и тысячными долями миллиметра, и крупнопористые с размерами пор от десятых долей миллиметра до 1...2 мм. Мелкопористыми материалами являются затвердевшие строительные растворы и бетоны, керамика, ряд камней, а крупнопористыми — пено- и газобетоны, газостекло, поропласты и др. Крупные поры (до сантиметра) называют пустотами, к ним относят и пространства между кусками и зернами рыхлых материалов.

Различают макро- и микроструктуру материала. *Макроструктура* — структура, видимая невооруженным глазом или при небольшом увеличении; она бывает конгломератная (характерна для бетонов), ячеистая (газо- и пенобетоны, ячеистые пластмассы), волокнистая (древесина, стеклопластики), мелкопористая (ряд керамических материалов), слоистая (текстолит, бумопласт), рыхлозернистая (порошкообразные и зернистые материалы).

Микроструктура — структура, видимая в оптический или электронный микроскоп. Применительно, например, к строительному цементному раствору по микроструктуре можно судить о минеральном составе, количестве и расположении основных фаз в цементном камне, поровом строении, размере, расположении и количестве микропор, особенностям контактного слоя между заполнителем и цементным камнем.

По физическому состоянию все вещества подразделяют на твердые, жидкие, газообразные и плазму. В штукатурных и малярных работах используют материалы, которые находятся в твердом или жидком состоянии.

Твердым телом называют всякое тело, имеющее определенную

форму. Так, к твердым телам относят металлы, камни, лед, воск, битум, стекло и др. Твердые тела могут находиться в кристаллическом (гранит, металлы, лед) и аморфном (воск, стекло, эбонит) состояниях.

Кристаллические тела имеют упорядоченное взаимное расположение образующих их частиц — атомов и молекул, а аморфные — хаотическое их расположение. Кристаллические вещества обладают характерным свойством переходить из твердого состояния в жидкое при определенной, постоянной для данного вещества, температуре. Эта температура, называемая температурой плавления, равна температуре отвердевания (каждое расплавленное вещество при охлаждении вновь отвердевает). Аморфные вещества не имеют четко выраженной температуры плавления и отвердевания, при нагревании они постепенно размягчаются и переходят в жидкое состояние.

Твердые материалы, используемые в штукатурных и малярных работах, бывают сыпучими и комовыми.

Жидкость — агрегатное состояние вещества, сочетающее в себе черты твердого состояния (сохранение объема, определенная прочность на разрыв) и газообразного (изменчивость формы).

В процессе работы штукатуры и маляры имеют дело не только с твердыми и жидкими веществами, но и с так называемыми коллоидно-дисперсными системами и растворами, различными смесями, составами.

Дисперсные системы — образования из двух или большего числа фаз (тел) с сильно развитой поверхностью раздела между ними. В дисперсных системах одна из фаз — дисперсная фаза — распределена в виде мелких частиц (кристалликов, капель, пузырьков) в другой фазе — дисперсионной среде — газе, жидкости или твердом теле. Дисперсность — характеристика размеров твердых частиц и капель жидкости (чем мельче частицы, тем больше дисперсность). На практике в качестве дисперсных систем, размер частиц которых более 0,1 мкм, используют суспензии, эмульсии, коллоиды. Грубодисперсные системы (суспензии, эмульсии, порошки, пена) неустойчивы; чрезмерное измельчение порошков ведет к их слипанию (коагуляции).

С у с п е н з и я — система, в которой частицы твердой дисперсной фазы взвешены в жидкой дисперсионной среде. К таким системам относятся готовые к применению краски, являющиеся суспензиями пигментов и наполнителей в связующих веществах и растворителях, шпатлевки, подмазочные пасты.

Э м у л ь с и я — система, состоящая из двух не растворяющихся друг в друге жидкостей, одна из которых (дисперсная фаза) распределена в другой (дисперсионной среде).

В суспензиях и эмульсиях частицы дисперсной фазы стремятся к седиментации, т. е. к осаждению. В дополнение к этому они могут коагулировать, сцепляться под действием молекулярных сил.

К о л л о и д ы — промежуточные системы между истинными растворами и грубодисперсными системами. Жидкие коллоиды — золи, твердые студенистые — гели. Гелеобразование — одно из

важнейших свойств коллоидных систем. Гели образуются в результате действия молекулярных сил сцепления между коллоидными частицами. Образование гелей имеет значение для объяснения процессов твердения и свойств цементного камня и полимерных материалов. Ячеистая структура геля удерживает значительное количество жидкой дисперсионной среды. Под действием механических усилий многие гели способны переходить в золи, т. е. разжижаться, это явление называется тиксотропией и проявляется оно при вибрировании бетонных, растворных и других смесей.

Коллоиды способны к набуханию, при этом они увеличиваются в объеме. Животные клеи, белок, крахмал, мыло — коллоиды, которые при длительном соприкосновении с водой образуют коллоидные растворы (золи). В отличие от грубодисперсных систем коллоидные растворы стойки к седиментации, обладают свечением в проходящем свете и передвижением частиц к электродам при пропускании электротока.

Истинный раствор — молекулярно-дисперсная гомогенная (однородная) система переменного состава из двух и более компонентов. Раствор называется истинным потому, что вещества действительно и самопроизвольно растворяются в подходящем растворителе с образованием гомогенной системы. Истинные растворы устойчивы в течение длительного времени. С истинным раствором маляр имеет дело всякий раз, когда растворяет в воде кристаллы медного купороса, квасцов, каустическую соду, кислоту, спирт.

Важнейшее практическое значение имеют явления, происходящие на поверхности раздела фаз для всех дисперсных и особенно коллоидных систем. К таким явлениям относится адсорбция — поглощение и концентрирование вещества на поверхности раздела фаз. Адсорбирующиеся вещества называются поверхностно-активными (ПАВ), они понижают поверхностное натяжение, имеют большое значение в технологии строительных материалов. ПАВ способствуют получению устойчивых эмульсий и суспензий (адсорбционный слой обволакивает частицы дисперсной фазы и не дает им слипаться); за счет эффекта адсорбционного понижения прочности ускоряют измельчение порошков, пластифицируют растворные и бетонные смеси, гидрофобизуют поверхности и пр.

§ 2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Строительные материалы обладают комплексом физических свойств, числовые показатели которых определяют в лаборатории с помощью специальных приборов и стандартных методов.

К физическим относятся свойства, выражающие способность материалов реагировать на воздействия физических факторов — гравитации, теплоты, воды, звука, электрического тока, излучения и др. Строительные материалы бывают твердые и жидкие. Каждый материал имеет объем и обладает определенной массой.

Масса — совокупность материальных частиц (молекул, атомов, ионов), содержащихся в данном теле или веществе. Масса тела

занимает часть пространства, т. е. имеет определенный объем; она постоянна для данного вещества и не зависит от ускорения свободного падения, от скорости его движения и положения в пространстве. Различные тела одинакового объема имеют неодинаковую массу, т. е. обладают разной плотностью.

Важнейшими параметрами физического состояния материалов являются плотность и пористость (табл. 1), а для дисперсных, например порошкообразных материалов, — удельная поверхность, т. е. поверхность, отнесенная к единице объема или массы материала. Плотность характеризуется отношением массы материала к его объему, длине, площади.

Плотность. *Истинная плотность* ρ — масса единицы объема однородного материала в абсолютно плотном состоянии, т. е. без учета пор и пустот. Определяется отношением массы m (кг) материала к его объему V_a (м^3) в абсолютно плотном состоянии, $\rho = m/V_a$ (кг/м^3). Истинная плотность каждого вещества — постоянная физическая характеристика, которая не может быть изменена без изменения его химического состава или молекулярной структуры. Плотностью, близкой к теоретической, обладают металлы, жидкости, стекло, полимеры.

Плотность твердых и жидких материалов сравнивают с плотностью воды. Наибольшая плотность воды при температуре 4 °С равна 1 г/см^3, так как масса 1 см^3 воды равна 1 г. В основном истинная плотность вещества зависит от его химического состава. Так, у неорганических материалов (природных и искусственных камней), состоящих в основном из оксидов кремния, алюминия и кальция, истинная плотность находится в пределах 2,4...3,1 г/см^3; у органических материалов, состоящих в основном из углерода, кислорода и водорода, составляет 0,8...1,4 г/см^3, у древесины — 1,55 г/см^3. Истинная плотность металлов весьма различна (г/см^3): алюминия — 2,7, стали — 7,85, свинца — 11,3.

Средняя плотность ρ_m — масса единицы объема материала в естественном состоянии, т. е. с порами и пустотами. Определяется отношением массы m (кг) материала к его объему V (м^3) в естественном состоянии: $\rho_m = m/V$ (кг/м^3).

Средняя плотность (дальше мы будем называть ее просто плотностью) — важная физическая характеристика материала, меняющаяся в зависимости от его структуры и влажности. Так, путем изменения структуры можно получить тяжелый бетон плотностью 2400 кг/м^3 и особо легкий — плотностью менее 500 кг/м^3. Средняя плотность оказывает существенное влияние на механическую прочность, водопоглощение, теплопроводность и другие свойства материалов. У плотных материалов числовые значения истинной и средней плотности одинаковы, у других материалов средняя плотность меньше истинной. Плотность строительных материалов колеблется в очень широких пределах: от 15 (пористая пластмасса) до 7850 кг/м^3 (сталь).

Для сыпучих материалов определяют насыпную плотность. *Насыпная плотность* $\rho_н$ — масса единицы объема рыхло на-

сыпанных зернистых материалов (песка, цемента, гравия, щебня): $\rho_н = m/V$. Например, истинная плотность гранита — 2700 кг/м³, его средняя плотность — 2670 кг/м³, а насыпная плотность гранитного щебня — 1300 кг/м³.

Пористость — степень заполнения объема материала порами. В большинстве своем материалы содержат поры — малые ячейки, заполненные воздухом или водой. Пористость вычисляют по формуле (%): $П = [(\rho - \rho_m)/\rho] \cdot 100$ и выражают в долях объема материала, принимаемого за 1, или в процентах от объема. Пористость строительных материалов колеблется в широких пределах: от 0 (сталь, стекло) до 98 % (мипора).

Различают открытую и закрытую пористость. Изменяя соотношение объемов открытых и закрытых пор, их размеров, в технологии материалов достигают получения материалов с заданными свойствами. Например, при уменьшении пористости достигается повышение прочности материалов.

При получении теплоизоляционных материалов стремятся увеличить пористость и создать им мелкопористую структуру. Если в общем объеме увеличить долю закрытых пор, то это благоприятно скажется на морозостойкости материалов. Для улучшения звукопоглощающих свойств стремятся создать в материале систему разветвленных и сообщающихся пор. Следовательно, от пористости материалов зависят их средняя плотность, прочность, водонасыщаемость, теплопроводность, морозостойкость, звукопоглощаемость и другие свойства.

Сыпучие и рыхлые материалы (песок, молотый мел, пигменты, цемент, шлак) кроме пор имеют пустоты — воздушные полости между отдельными частицами материала.

Таблица 1. **Плотность и пористость строительных материалов**

Материал	Плотность, кг/м³		Пористость, %
	истинная	средняя	
Гранит	2700...2800	2600...2700	0,5...2
Вулканический туф	2700...2800	1300...1400	50...55
Керамический кирпич полнотелый	2550...2650	1700...1800	30...33
То же, пустотелый	2550...2650	1200...1300	50...52
Цемент	2900...3100	900...1200	60...65
Бетон:			
тяжелый	2600...2700	2200...2500	5...20
ячеистый	2600...2700	500...800	70...80
Кварцевый песок	2600...2700	1200...1500	40...50
Оконное стекло	2600...2700	2600...2700	0
Газостекло	2600...2700	300...600	80...90
Газовая сажа	1750...2250	300...500	70...80
Мипора	1200	15	98
Сталь	7850	7850	0
Древесина сосны	1550	450...500	67...70
То же, дуба	1550	600...750	50...60
Вода (при 4 °С)	1000	1000	0

Пустотность — отношение суммарного объема пустот в рыхлом материале ко всему объему, занимаемому этим материалом. Для численного выражения пустотности необходимо знать плотность и насыпную плотность материала. Пустотность $П_{пуст}$ вычисляют по той же формуле, что и пористость, и выражают в процентах.

Коэффициент плотности $K_{пл}$ — степень заполнения объема материала твердым веществом; вычисляют его по формуле $K_{пл}=\rho_m/\rho$. В сумме $K_{пл}+П=1$ (или 100 %), т. е. сухой материал состоит из твердого каркаса и воздушных пор.

При транспортировании, хранении и в конструкциях материалы могут подвергаться действию воды. Влажные материалы менее прочны, более тяжелы и теплопроводны, чем сухие. Цемент, гипсовые вяжущие, пигменты, клеи и другие материалы портятся от атмосферной влаги, а влажная древесина легко поддается гниению. Свойства, связанные с воздействием на материал воды, называются гидрофизическими.

Гигроскопичность — свойство пористо-капиллярного материала поглощать влагу из воздуха. Степень поглощения зависит от температуры и относительной влажности воздуха. С увеличением относительной влажности и снижением температуры воздуха гигроскопичность повышается. Гигроскопичность характеризуют отношением массы поглощенной материалом влаги при относительной влажности воздуха 100 % и температуре +20 °С к массе сухого материала.

Гигроскопичность отрицательно сказывается на качестве строительных материалов. Так, цемент при хранении под влиянием влаги воздуха комкуется и снижает свою прочность. Весьма гигроскопична древесина, от влаги воздуха она разбухает, коробится, трескается. Чтобы уменьшить гигроскопичность деревянных конструкций и предохранить их от разбухания, древесину покрывают масляными красками и лаками, пропитывают полимерами, которые препятствуют проникновению влаги в материал.

Капиллярное всасывание — свойство пористо-капиллярных материалов поднимать воду по капиллярам. Оно вызывается силами поверхностного натяжения, возникающими на границе раздела твердой и жидкой фаз. Капиллярное всасывание характеризуют высотой поднятия уровня воды в капиллярах материала, количеством поглощенной воды и интенсивностью всасывания. Когда фундамент находится во влажном грунте, грунтовые воды могут подниматься по капиллярам и увлажнять низ стены здания. Во избежание сырости в помещении устраивают слой гидроизоляции, отделяющий фундамент от стены. С увеличением капиллярного всасывания снижаются прочность, стойкость к химической коррозии и морозостойкость строительных материалов.

Водопоглощение — свойство материала при непосредственном соприкосновении с водой впитывать и удерживать ее в своих порах. Водопоглощение выражают степенью заполнения объема материала водой (водопоглощение по объему $W_о$) или отношением количества поглощенной воды к массе сухого материала (водопоглощение

по массе W_m). Вычисляют водопоглощение по формулам (%):

$$W_m = [(m_2 - m_1)/m_1] \cdot 100; \quad W_o = [(m_2 - m_1)/V] \cdot 100,$$

где m_1 и m_2 — масса материала соответственно в сухом и насыщенном водой состоянии, г; V — объем материала в сухом состоянии, см³. Разделив W_o на W_m, получим зависимость:

$$W_o = W_m \rho_m .$$

Водопоглощение различных материалов находится в широких пределах (% по массе): гранита 0,02...1; плотного тяжелого бетона 2...5; керамического кирпича 8...25; асбестоцементных прессованных плоских листов — не более 18; теплоизоляционных материалов 100 и более.

У высокопористых материалов водопоглощение по массе может превышать пористость, но водопоглощение по объему всегда меньше пористости, так как вода не проникает в очень мелкие поры, а в очень крупных не удерживается. Водопоглощение плотных материалов (сталь, стекло, битум) равно нулю. Водопоглощение отрицательно сказывается на других свойствах материалов: понижаются прочность и морозостойкость, материал набухает, возрастает его теплопроводность и увеличивается плотность.

Влажность — отношение массы воды, находящейся в данный момент в материале, к массе (реже к объему) материала в сухом состоянии. Вычисляется по тем же формулам, что и водопоглощение, и выражается в процентах. При этом массу материала берут в естественно влажном, а не в насыщенном водой состоянии.

При транспортировании, хранении и применении материалов имеют дело не с водопоглощением, а с их влажностью. Влажность меняется от 0 % (для абсолютно сухих материалов) до значения полного водопоглощения и зависит от пористости, гигроскопичности и других свойств материала, а также от окружающей среды — относительной влажности и температуры воздуха, контакта материала с водой и т. д. Для многих строительных материалов влажность нормирована. Например, влажность молотого мела — 2 %, комового — 12, стеновых материалов — 5...7, воздушно-сухой древесины 12...18 %.

Поскольку свойства сухих и влажных материалов весьма различны, необходимо учитывать как влажность материала, так и его способность к поглощению воды. Во всех случаях – при транспортировании, хранении и применении — строительные материалы предохраняют от увлажнения.

Водостойкость — свойство материала сохранять прочность при насыщении его водой. Критерием водостойкости строительных материалов служит *коэффициент размягчения* $K_p = R_н / R_c$ — отношение прочности при сжатии материала, насыщенного водой $R_н$, к прочности сухого материала R_c. Он изменяется от 0 (для глины) до 1 (стекло, металлы). Материалы, у которых коэффициент размягчения больше 0,75, называют водостойкими.

Влагоотдача — свойство материала терять находящуюся в его

порах воду. Числовой характеристикой влагоотдачи является количество воды (в %), испарившейся из образца в течение 1 сут при температуре 20 °С и относительной влажности воздуха 60 %. Влагоотдачу учитывают, например, при уходе за твердеющим бетоном, при сушке оштукатуренных известковым раствором стен и перегородок. В первом случае желательна замедленная, а во втором — быстрая влагоотдача.

Водопроницаемость — свойство материала пропускать через себя воду под давлением. Степень водопроницаемости в основном зависит от строения и пористости материала. Чем больше в материале открытых пор и пустот, тем больше его водопроницаемость. Водопроницаемость характеризуют *коэффициентом фильтрации* (м/ч) — количеством воды (в $м^3$), проходящей через материал площадью 1 $м^2$, толщиной 1 м за 1 ч при разности гидростатического давления на границах стенки 9,81 Па. Чем ниже коэффициент фильтрации, тем выше марка материала по водонепроницаемости. Водонепроницаемыми являются плотные материалы (гранит, металлы, стекло) и материалы с мелкими замкнутыми порами (пенопласты).

Для гидроизоляционных материалов важна оценка не водопроницаемости, а их водонепроницаемости, которая характеризуется или временем, по истечении которого появляется просачивание воды под определенным давлением через образец материала (мастика, гидроизол), или максимальным давлением воды, при котором она еще не проходит через образец материала за время испытания (специальные строительные растворы).

Воздухо-, газо- и паропроницаемость — свойства материала пропускать через свою толщу соответственно воздух, газ и пар. Они зависят главным образом от строения материала, дефектов его структуры и влажности. Количественно воздухо- и газопроницаемость характеризуются *коэффициентами воздухо- и газопроницаемости*, которые равны количеству воздуха (газа) ($м^3$), проходящего в течение 1 ч через 1 $м^2$ материала толщиной в 1 м при разности давлений на поверхность в 9,81 Па. Воздухо- и газопроницаемость выше, если в материале больше сообщающихся пор. Наличие воды в порах понижает эти свойства материала.

Паропроницаемость возникает при различном содержании и упругости пара по обе стороны поверхности, что зависит от температуры водяных паров и характеризуется *коэффициентом паропроницаемости*, который равен количеству водяного пара (в г), проникающего в течение 1 ч через 1 $м^2$ материала толщиной 1 м при разности давлений пара на поверхностях 133,3 Па.

Стеновые и отделочные материалы должны обладать определенной проницаемостью, должны «дышать». Достаточные воздухо-, газо- и паропроницаемость стеновых материалов поддерживают оптимальный для человека воздушно-влажностный режим в помещениях и предотвращают разрушение стен снаружи при действии мороза и последующем оттаивании. Во влажных помещениях стены и покрытия защищают с внутренней стороны от проникновения

водяного пара. Паронепроницаемые материалы располагают с той стороны ограждения, с которой содержание пара в воздухе больше. Материалы, насыщенные водой, практически газонепроницаемы.

Лакокрасочные покрытия либо уменьшают, либо сохраняют паропроницаемость строительных материалов. Чем меньше паропроницаемость лакокрасочной пленки, тем выше ее антикоррозионные свойства.

Морозостойкость — свойство материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное число циклов попеременного замораживания и оттаивания без видимых признаков разрушения и без значительного снижения прочности и массы. Морозостойкость — одно из основных свойств, характеризующих долговечность строительных материалов в конструкциях и сооружениях. При смене времен года некоторые материалы, подвергаясь периодическому замораживанию и оттаиванию в обычных атмосферных условиях, разрушаются. Это объясняется тем, что вода, находящаяся в порах материала, при замерзании увеличивается в объеме примерно на 9...10 %; только очень прочные материалы способны выдерживать это давление льда (200 МПа) на стенки пор.

Высокой морозостойкостью обладают плотные материалы, которые имеют малую пористость и закрытые поры. Материалы пористые с открытыми порами и соответственно с большим водопоглощением часто оказываются не морозостойкими. Материалы, у которых после установленных для них стандартом испытаний, состоящих из попеременного многократного замораживания (при температуре не выше −17 °С) и оттаивания (в воде), не появляются трещины, расслаивание, выкрашивание и которые теряют не более 25 % прочности и 5 % массы, считаются морозостойкими.

По морозостойкости, т. е. по числу выдерживаемых циклов замораживания и оттаивания, материалы подразделяют на марки: Мрз10; 15; 25; 35; 50; 100; 150; 200; 300; 400 и 500. Так, марка по морозостойкости штукатурного раствора Мрз 50 означает, что раствор выдерживает не менее 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания без потерь прочности и массы.

Важно понять, что для пористых материалов особенно опасно совместное действие воды и знакопеременных температур. Морозостойкость зависит от состава и структуры материала, она снижается с уменьшением коэффициента размягчения и увеличением открытой пористости.

Критерий морозостойкости материала — коэффициент морозостойкости $K_{мрз} = R_{мрз}/R_{нас}$ — отношение предела прочности при сжатии материала после испытания к пределу прочности при сжатии водонасыщенных образцов, не подвергнутых испытанию, в эквивалентном возрасте. Для морозостойких материалов $K_{мрз}$ должен быть более 0,75. Принято также считать, что если коэффициент размягчения $K_{разм}$ камня не ниже 0,9, то каменный материал морозостоек.

Свойства материалов, связанные с изменением температуры, от-

носят к теплофизическим. Они важны для теплоизоляционных и жаростойких материалов, для материалов ограждающих конструкций и изделий, твердеющих при тепловой обработке.

Теплоемкость — свойство материала поглощать при нагревании и отдавать при охлаждении определенное количество теплоты. Теплоемкость — мера энергии, необходимой для повышения температуры материала.

Теплоемкость, отнесенную к единице массы, называют *удельной теплоемкостью* С [Дж/(кг·°С)]. Удельная теплоемкость равна количеству теплоты, необходимому для нагревания 1 кг материала на 1 °С. У органических материалов она обычно выше, чем у неорганических [кДж/(кг·°С)]: древесина — 2,38...2,72; сталь — 0,46, вода — 4,187. Наибольшую теплоемкость имеет вода, поэтому с повышением влажности материалов их теплоемкость возрастает.

Теплопроводность — свойство материала передавать через свою толщу тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на противоположных поверхностях. Это свойство имеет важное значение для строительных материалов, применяемых при устройстве ограждающих конструкций (стен, перекрытий, покрытий), и материалов, предназначенных для теплоизоляции. Теплопроводность материала зависит от его строения, химического состава, пористости и характера пор, от влажности и температуры, при которой проходит передача теплоты.

Теплопроводность характеризуют *коэффициентом теплопроводности*, показывающим, какое количество теплоты (Дж) способен пропустить материал через 1 м^2 поверхности при толщине материала 1 м и разности температур на противоположных поверхностях 1 °С в течение 1 ч. Коэффициент теплопроводности [Вт/м·°С] воздуха — 0,023, древесины вдоль волокон — 0,35 и поперек волокон — 0,175, воды — 0,59, керамического кирпича — 0,82, льда — 2,3. Следовательно, воздушные поры в материале резко снижают его теплопроводность, а увлажнение — сильно увеличивает, так как коэффициент теплопроводности воды в 25 раз выше, чем у воздуха.

При замерзании воды в порах материала еще больше увеличивается теплопроводность, так как лед примерно в 4 раза теплопроводнее воды и в сто раз теплопроводнее воздуха. Чем меньше пор, т. е. чем плотнее материал, тем он теплопроводнее. При повышении температуры теплопроводность большинства материалов возрастает и лишь у немногих (особенно у металлов) уменьшается.

Тепловое расширение — свойство материала расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении, оно характеризуется изменением линейных размеров, и объема материала при изменении температуры. Для строительных материалов важен *температурный коэффициент линейного расширения* (ТКЛР), показывающий, на какую долю первоначальной длины расширяется материал при повышении температуры на 1 °С. Так, для стали ТКЛР составляет (11...11,9)·10^{-6}, для бетона — (10...14)·10^{-6}, для древе-

сины вдоль волокон — (3...5)·10^{-6}. В конструкциях, объединяющих несколько материалов, необходимо учитывать ТКЛР каждого; например, в железобетоне хорошо сочетаются сталь и бетон, так как ТКЛР этих материалов почти одинаков. В результате значительного различия ТКЛР в композиционных материалах возникают напряжения, которые могут привести не только к появлению микротрещин и коробления, но и к разрушению материалов.

Огнестойкость — свойство материала выдерживать без разрушения воздействие высоких температур, пламени и воды в условиях пожара. Материал в этих условиях либо сгорает, либо растрескивается, сильно деформируется, либо разрушается от потери прочности. По огнестойкости различают несгораемые, трудносгораемые и сгораемые материалы.

Несгораемые материалы под действием огня или высокой температуры не горят и не обугливаются. Это кирпич, бетон и др. Между тем, некоторые несгораемые материалы — мрамор, стекло, асбестоцемент — при резком нагревании разрушаются, а стальные конструкции — сильно деформируются и теряют прочность.

Трудносгораемые материалы под действием огня или высокой температуры медленно воспламеняются, но после удаления источника огня их горение или тление прекращается. К таким материалам относятся асфальтобетон, фибролит, пропитанная антипиренами древесина.

Сгораемые материалы под действием огня или высокой температуры горят и продолжают гореть после удаления источника огня. Это древесина, обои, битумы, полимеры, бумага и др.

Для повышения огнестойкости материалы пропитывают или обрабатывают огнезащитными составами — а н т и п и р е н а м и. При нагревании они выделяют газы, не поддерживающие горения, или образуют на материале пористый защитный слой, замедляющий его нагрев.

Огнестойкость материалов нельзя отождествлять с огнестойкостью конструкций зданий и сооружений, так как конструкции, выполненные, например, из сгораемых материалов, но обработанные антипиренами или защищенные от огня штукатуркой или облицовкой из несгораемых материалов, по своей огнестойкости относятся к трудносгораемым.

Для повышения огнестойкости материалов применяют различные огнезащитные покрытия, в том числе краски. Связующими в таких красках служат жидкое стекло, известь, перхлорвиниловые и карбамидные смолы, фосфорброморганические полимеры. Силикатные и другие огнезащитные краски одновременно защищают материалы от огня и выполняют функцию отделочного покрытия.

Огнеупорность — свойство материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры (от 1580 °С и выше), не деформируясь и размягчаясь. Огнеупорные материалы, применяемые для внутренней футеровки промышленных печей, — динас, шамот, хромомагнезит, корунд — не деформируются и не размягчаются при температуре 1580° и выше. Тугоплавкие материалы (туго-

плавкий печной кирпич) выдерживают без расплавления температуру 1350—1580 °С, а легкоплавкие (кирпич керамический строительный) — до 1350 °С.

Акустические свойства материалов связаны с взаимодействием материала и звука; прежде всего, это — звукопроводность и звукопоглощение.

Звукопроводность — свойство материала проводить через свою толщу звук; она зависит от строения и массы материала. Тяжелые материалы (кирпич), а также пористые и волокнистые плохо проводят звук. Звукопроницаемость — отрицательное свойство, так как в большинстве случаев к строительным материалам предъявляются требования изоляции помещений от внешних шумов. Звукоизоляция — ослабление звука при его проникновении через ограждающие конструкции — это свойство материала, обратное звукопроницаемости.

Звукопоглощение — свойство материала поглощать и отражать падающий на него звук. Оно зависит от пористости материала, его толщины, состояния поверхности, а также от частоты звукового тона, измеряемого количеством колебаний в секунду. За единицу звукопоглощения принимают поглощение звука 1 м² открытого окна; при открытом окне звук поглощается полностью. Звукопоглощение всех строительных материалов меньше единицы. Звукопоглощение материала оценивают *коэффициентом звукопоглощения*, т. е. отношением энергии, поглощенной материалом, к общему количеству падающей энергии в единицу времени.

Звукопоглощение зависит от характера поверхности материала. Материалы с гладкой поверхностью хорошо отражают падающий на них звук, поэтому в помещениях с гладкими стенами создается постоянный шум. Материалы с развитой открытой пористостью хорошо поглощают и не отражают падающий на них звук. Известно, что ковры, дорожки, мягкая мебель заглушают звук. Специальная акустическая штукатурка с мелкими открытыми порами хорошо поглощает и заглушает звук. В принципе те строительные материалы, которые плохо пропускают через себя звук, хорошо его поглощают и не отражают, являются акустическими материалами. Уменьшение шума в результате использования таких материалов сохраняет здоровье людей, создает для них определенные удобства и способствует производительности труда.

Электропроводность — свойство материала проводить электрический ток. Электропроводными являются металлы, материалы во влажном состоянии — бетон, цементный камень, строительный раствор, древесина.

Радиационная стойкость — свойство материала сохранять свою структуру и физико-механические характеристики после воздействия ионизирующих излучений. Радиация по своему уровню может быть столь высокой, что может вызвать глубокое изменение структуры материалы. Например, минералы кристаллической структуры становятся аморфными, что сопровождается объемными изменениями и возникновением внутренних напряжений. Все это заканчивается разрушением материала.

...ается разрушением материала и потерей его защитных свойств. Для защиты от радиоактивных излучений применяют особо тяжелые (ρ = 3000...5000 кг/м³) и гидратные бетоны, имеющие повышенное содержание химически связанной воды, создающей хорошую защиту от нейтронного потока.

§ 3. ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Для правильной и полной оценки материалов при их изготовлении, выборе и эксплуатации в конструкциях необходимо знать и учитывать их химические и физико-химические свойства.

Химические свойства выражают степень активности материала к химическому взаимодействию с реагентами внешней среды и способность сохранять постоянными состав и структуру материала в условиях инертной окружающей среды. Некоторые материалы склонны к самопроизвольным внутренним химическим изменениям в обычной среде. Ряд материалов проявляет активность при взаимодействии с кислотами, водой, щелочами, растворами, агрессивными газами и т. д. Химические превращения протекают также при технологических процессах производства и применения материалов.

Химическая стойкость — свойство материалов противостоять разрушающему действию химических реагентов — кислот, щелочей, растворенных в воде солей и газов. Она зависит от состава и структуры материалов. Так, мрамор, известняки, цементный камень в строительных растворах и бетонах, в химическом составе которых преобладает оксид кальция (CaO), легко разрушаются кислотами, но стойки к действию щелочей. Силикатные материалы, содержащие в основном диоксид кремния (SiO_2), стойки к действию кислот, но взаимодействуют при повышенной и нормальной температуре со щелочами.

Медленное или быстрое изменение структуры материала под влиянием внешней агрессивной среды называют коррозией. Она бывает химическая, электрохимическая, биологическая.

Коррозионная стойкость — свойство материала сопротивляться коррозионному воздействию среды. Распространенной и благоприятной средой для развития химической коррозии является вода (пресная и морская). Агрессивность воды зависит от степени ее минерализации, жесткости, щелочности или кислотности. На развитие коррозионных процессов влияют растворенные в воде соли (сульфаты, хлориды и др.) и газы. Химически агрессивной средой является также воздух, содержащий пары оксидов азота, хлора, сероводорода и т. д.

Особым видом коррозии является *биокоррозия* — разрушение материалов под действием живых организмов — грибов, насекомых, растений, бактерий и микроорганизмов.

К коррозии относят также «старение» пластмасс — изменение их химического состава и структуры под воздействием ультрафиолетовых лучей солнца и искусственных источников света, кислорода

воздуха и повышенных температур. Коррозия опасна не столько изменением химического состава, сколько структуры и физико-механических свойств материалов.

Кислото- и щелочестойкость — свойство материала не разрушаться под действием кислот и щелочей.

Кислоты весьма агрессивны к металлам, штукатурке, бетону, ряду осадочных горных пород, силикатному кирпичу. Кроме минеральных агрессивны также органические кислоты – уксусная, масляная, молочная. Агрессивны к бетону и другим материалам растворы сахара, патока, фруктовые соки и т. д. Кислотостойкими материалами являются некоторые природные камни — диабаз, базальт, андезит, гранит, но и они разрушаются плавиковой кислотой. Кислотостойки плотная керамика, стекло и большинство материалов из пластмасс.

Из щелочей весьма агрессивны концентрированные растворы едкого кали и каустической соды. Щелочестойкими должны быть пигменты, применяемые для цветной штукатурки и различных окрасок по бетону, цементным и известковым штукатуркам, содержащим известь — сильную щелочь. Нещелочестойкие пигменты в растворах и окрасках быстро обесцвечиваются.

Газостойкость — свойство материала не вступать во взаимодействие с газами окружающей среды. Строительные материалы должны быть стойкими к сероводороду, углекислоте и другим газам. Пигменты, в состав которых входят свинец и медь, чернеют под влиянием сероводорода. Между тем взаимодействие гидрата оксида кальция, находящегося в бетоне, штукатурке, силикатном кирпиче с углекислым газом воздуха способствует увеличению прочности этих материалов.

Важно отметить, что большинство строительных материалов не обладает химической и коррозионной стойкостью. Так, почти все цементы, бетоны и строительные растворы плохо сопротивляются действию кислот; битумы сравнительно быстро разрушаются под действием концентрированных растворов щелочей; древесина не стойка к действию тех и других. Многие соли, особенно образующие в воде щелочную и кислую среду, достаточно агрессивны. Растворы солей разрушают материалы также из-за кристаллизации в их порах.

Из физико-химических свойств важны в первую очередь дисперсность, гидрофильность и гидрофобность.

Дисперсность — тонкость помола — характеристика размеров твердых частиц и капель жидкости. Ряд строительных материалов — цементы, гипсовые вяжущие, молотая известь, пигменты, эмульсии — находятся в дисперсном (тонкоизмельченном) состоянии. Такое состояние характеризуется большой суммарной поверхностью частиц.

Для дисперсных (порошкообразных) материалов важным параметром состояния является *удельная поверхность*, отнесенная к единице объема ($см^2/см^3$; $см^{-1}$) или массы ($см^2/г$) материала. С увеличением удельной поверхности материалов возрастают их

внутренняя энергия и химическая активность. Например, цемент обычного помола при удельной поверхности примерно 3000 см²/г химически связывает за двое суток твердения 10...13 % воды, а очень тонкого помола при удельной поверхности примерно 5000 см²/г — 16...18 %. Такой цемент быстрее твердеет, обладает высокой прочностью, называется быстротвердеющим.

Гидрофильность (любовь к воде) — свойство материала хорошо смачиваться водой. Если капля воды растекается по поверхности материала, т. е. когда вода смачивает материал, он является гидрофильным. Это бетон, строительный раствор, камни, керамика, древесина, металлы. Гидрофильность характерна для неорганических материалов, имеющих полярное строение молекул.

Гидрофобность (боязнь воды) — свойство материала не смачиваться водой. Вода на поверхности гидрофобных материалов не растекается, а собирается в виде капель

Гидрофобность характерна для органических материалов, имеющих неполярное строение молекул. Примерами гидрофобных материалов и веществ являются битумы, полимеры, масла, парафин, кремнийорганические вещества. Для придания гидрофобности гидрофильным материалам их поверхность обрабатывают гидрофобными веществами. Бумага, картон материалы гидрофильные, после пропитки или обработки их поверхности маслом они становятся гидрофобными, вода их не смачивает, капли воды скатываются с их поверхности.

Для гидрофобизации некоторых строительных материалов применяют кремнийорганические жидкости. В технологии строительных материалов примером использования принципа гидрофобизации является создание гидрофобного цемента, он долго хранится без комкования и потери прочности от соприкосновения с влагой воздуха.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Свойства, выражающие способность материала к восприятию определенных технологических операций с целью изменения формы, размеров, характера поверхности, плотности, называют *технологическими*.

Из бетонной или растворной смеси нетрудно отформовать изделие заданной формы и требуемых размеров. Во время изготовления изделие можно уплотнить вибрированием, трамбованием или другими технологическими приемами, оштукатурить и загладить его поверхность. Классическим примером технологичного материала является древесина — ее нетрудно тесать, строгать, сверлить, распиливать, долбить, перепиливать, раскалывать, склеивать, шлифовать, полировать, окрашивать, лакировать, соединять на гвоздях, шурупах, винтах, нагелях и врубках. Весьма технологичны металлы, их обрабатывают в холодном, нагретом и расплавленном состоянии. Из глины можно отформовать изделия любой формы, а после

сушки и обжига получить неразмокающий в воде керамический каменный материал, весьма прочный и долговечный.

Удобоукладываемость — важнейшее технологическое свойство строительного раствора легко укладываться тонким и плотным слоем на пористое основание и не расслаиваться при транспортировании, перекачивании насосами и хранении. В свою очередь удобоукладываемость зависит от *подвижности* (растекаемости) и *водоудерживающей способности* растворной смеси.

К технологическим свойствам готовых к употреблению лакокрасочных материалов относят степень перетертости красок (чем тоньше растерта краска, тем легче ее наносить на поверхность), время и степень высыхания материала, условная вязкость, розлив, адгезия покрытия с поверхностью, способность покрытий шлифоваться и полироваться.

§ 5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Механические свойства материалов имеют решающее значение для строительных конструкций, работающих под действием нагрузок. Внешние нагрузки вызывают либо разрушение, либо деформацию материалов. Сопротивление материалов изменять под нагрузкой форму и размеры характеризуется деформативными свойствами: упругости, пластичности, хрупкости, модуля упругости, ползучести. Сопротивление материалов механическому разрушению характеризуется их прочностными свойствами: прочностью, твердостью, истираемостью, сопротивлением удару, износом.

Прочность — свойство материала сопротивляться внутренним напряжениям, возникающим в результате действия внешних нагрузок. Нагрузки вызывают в материале напряжения сжатия, растяжения, изгиба (рис. 1). Мерой прочности материалов является предел прочности — наибольшее напряжение, соответствующее нарастающей нагрузке, при которой образец материала разрушается

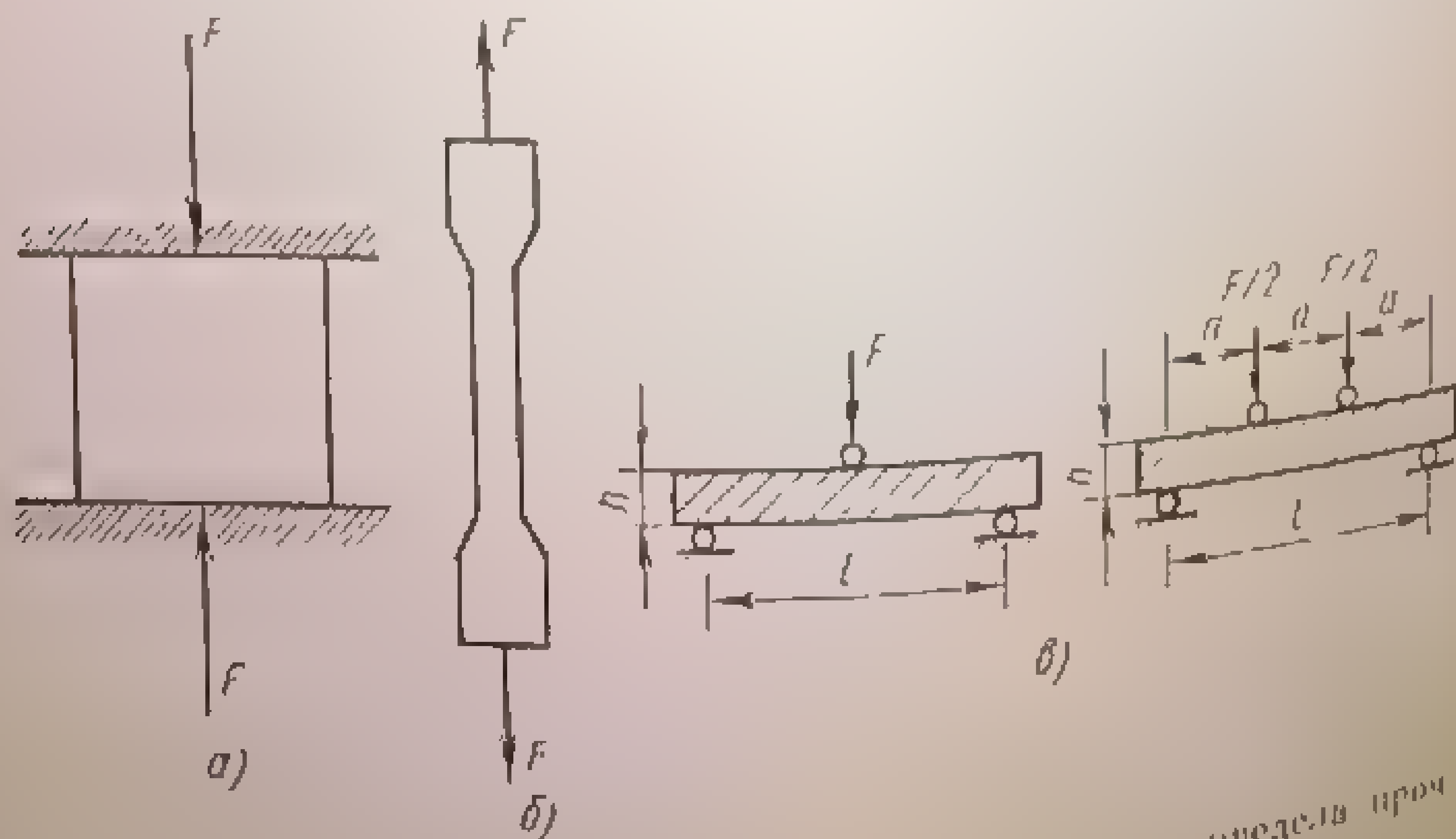


Рис. 1. Схемы испытания материалов при определении предела прочности при сжатии (*а*), при растяжении (*б*) и при изгибе (*в*)

Предел прочности при сжатии или *при растяжении* (Па) равен отношению разрушающей силы (Н) к площади поперечного сечения ($м^2$) образца, подвергающегося испытанию. Предел прочности вычисляют по формулам: $R_{сж} = F/S$; $R_{рас} = F/S$, где F — разрушающая нагрузка, Н; S — площадь поперечного сечения образца, $м^2$.

Предел прочности при изгибе образца прямоугольного сечения и одной сосредоточенной нагрузке в его середине вычисляют по формуле $R_{из} = 3Fl/(2bh^2)$, где F — разрушающая нагрузка, Н; l — расстояние между опорами, м; b и h — ширина и высота поперечного сечения образца, м.

Различные материалы обладают неодинаковым пределом прочности при сжатии: от 0,5 (торфяные плиты) до 1000 МПа и более (высокопрочная сталь). Часто одни и те же материалы имеют неодинаковый предел прочности и в зависимости от этого их делят на марки или сорта. Так, марки строительного раствора соответствуют пределу прочности ($кгс/см^2$) от 4 до 300, обычного бетона — от 100 до 600, известняка — от 100 до 1500, керамического кирпича — от 75 до 300.

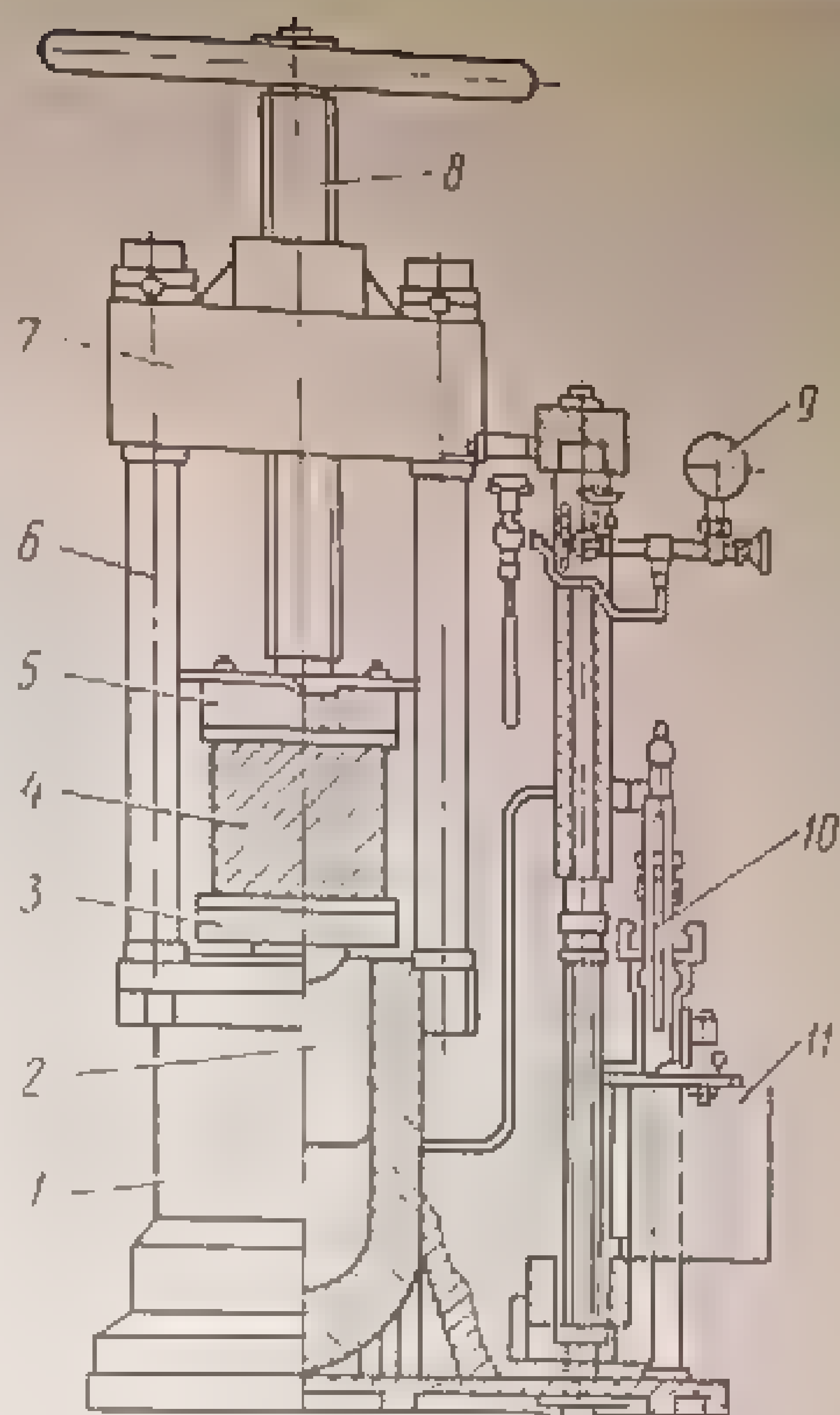


Рис. 2. Гидравлический пресс для испытания материалов на сжатие

1 — цилиндр, *2* — поршень, *3*, *5* — нижняя и верхняя опорные плиты, *4* — испытуемый образец, *6* — колонна, *7* — траверса, *8* — установочный винт, *9* — манометр для определения давления жидкости в цилиндре или силоизмеритель, *10* — насос, *11* — бачок для масла

При определении предела прочности при сжатии испытывают стандартные образцы на гидравлическом прессе (рис. 2) до их разрушения. Образцами служат кубы (растворные — 7,07×7,07×7,07 см, бетонные — 15×15×15 см и других размеров), цилиндры, призмы.

При испытании материалов на растяжение используют образцы в виде восьмерки, призмы, стержня. Образцы испытывают до разрушения на разрывных машинах. Предел прочности при изгибе определяют путем испытания образца материала в виде балочки (призмы), кирпича (в натуре) на двух опорах. Их испытывают на прессе до разрушения (излома), нагружая одной или двумя сосредоточенными силами.

Многие материалы (природные камни, кирпич, бетон, раствор), имеющие высокий предел прочности при сжатии, не способны выдерживать значительные растягивающие и изгибающие напряжения. Поэтому в конструкциях приходится сочетать различные материалы с учетом их свойств (например, в железобетоне сталь воспринимает растягивающие усилия, а бетон — сжимающие). Сталь и пластмасса хорошо сопротивляются не только сжатию,

но и растяжению и изгибу. Древесина хорошо сопротивляется сжатию (как бетон), примерно в два раза лучше — изгибу и в четыре раза — растяжению.

Прочность материалов зависит от структуры, пористости, влажности, дефектов строения, длительности и характера приложения нагрузки, среды, температуры, состояния поверхности и других факторов.

Динамической, или **ударной, прочностью** называют свойство материала сопротивляться разрушению при ударе. Ее характеризуют количеством работы, затраченной на разрушение стандартного образца, отнесенной к единице объема (Дж/см^3) или площади поперечного сечения образца (Дж/см^2). Ударная прочность важна для материалов полов, лестниц, дорожных покрытий, фундаментов машин, бункеров и т. п.

При испытаниях в материалах могут развиваться процессы хрупкого разрушения (природные и искусственные камни, стекло, чугун) или пластического (полимерные материалы, битум, ряд металлов). Пластическому разрушению свойственно постепенное утоньшение одного из сечений испытываемого образца.

Наряду с определением прочности материалов разрушением контрольных образцов широко применяют неразрушающие методы, позволяющие без разрушения испытывать на прочность не только образцы, но и отдельные изделия и материалы в конструкциях, определяя при этом степень их однородности. Одним из неразрушающих физических методов испытания является импульсный ультразвуковой, при котором оценка свойств производится по замеренной скорости прохождения продольных ультразвуковых волн с использованием корреляционной связи между скоростью распространения упругих волн в материале и его механическими свойствами.

ГОСТ 18299—72 устанавливает методы определения механических свойств свободной лакокрасочной пленки — предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и модуля упругости. Относительное удлинение при разрыве — свойство пленки изменять первоначальную длину при растяжении под действием внешних сил вплоть до разрыва. Модуль упругости при растяжении характеризует степень жесткости пленки. Для испытания вырезают лезвием бритвы по шаблону или вырубают с помощью штампа образцы размером 10×30 мм. Толщину пленки образца определяют индикаторным толщиномером. Испытание производят на разрывной (РПУ-0,05Т, МРС-250) или универсальной машине. Образец пленки закрепляют в зажимах машины так, чтобы его продольная ось была расположена в направлении растяжения, а приложенные силы действовали по всей ширине образца.

Метод определения прочности пленки на удар (ГОСТ 4765—73*) основан на деформации лакокрасочного покрытия, нанесенного на металлическую пластинку, при свободном падении груза на пленку. Прочность пленки на удар испытывают на приборах У-1а, У-1, У-2.

Прибор У-1а (рис. 3) имеет станину *1* с наковальней *12*, боек *10* с шариком диаметром 8 или 15 мм, направляющую трубу *3* со свободно падающим грузом *9* массой 1 кг. На металлическую пластинку наносят испытываемый лакокрасочный материал и после высыхания пленки пластинку помещают на наковальню *12* под боек *10* краской вверх. Груз с помощью приспособления устанавливают на заданной высоте и, нажимая на кнопку *5*, освобождают его, чтобы груз падал на боек. Боек передает удар пластинке, лежащей на наковальне. Место удара рассматривают через лупу. При отсутствии трещин, смятия, отслаивания пленки высоту сбрасывания груза увеличивают вплоть до 50 см, подставляя под боек каждый раз новое место пластинки, пока при очередном ударе груза не обнаружатся трещины.

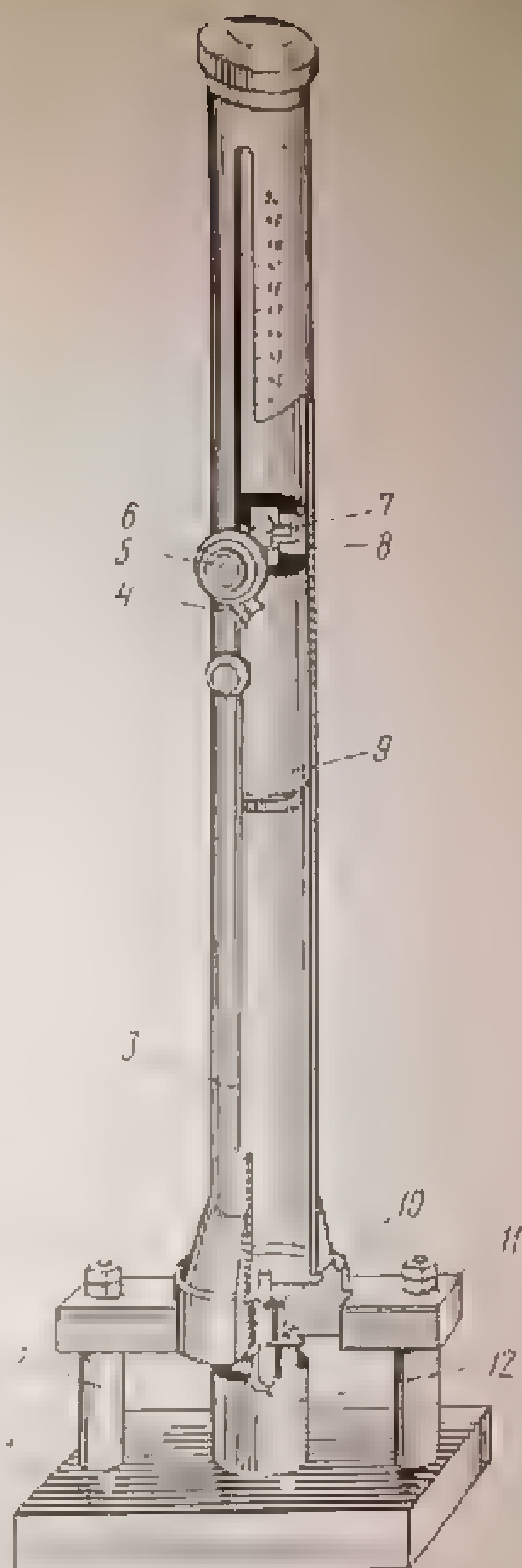


Рис. 3. Прибор У-1а для определения прочности лакокрасочной пленки при ударе:

1 – станина, *2* – стойка, *3* – направляющая труба, *4* – стрелка, *5* – кнопка, *6* – стопорный винт, *7* – стопор, *8* – корпус, *9* – груз массой 1 кг, *10* – боек, *11* – траверса, *12* – наковальня

Прочность пленки на удар выражают величиной, характеризующей наибольшую высоту (в см), с которой поднятый груз массой 1 кг, не вызывает механических разрушений пленки.

Твердость — свойство материала сопротивляться местной пластической деформации, возникающей при внедрении в него более твердого тела. Твердость ряда строительных материалов (металлов, древесины, бетона, строительного раствора) определяют, вдавливая в них закаленный стальной шарик, алмазный конус или пирамиду. В результате испытания вычисляют число твердости, равное отношению силы вдавливания к площади поверхности отпечатка. Твердость минералов и однородных горных пород оценивают по шкале Мооса, содержащей десять минералов, из которых каждый последующий оставляет царапину на всех предыдущих.

Минералы шкалы расположены в порядке возрастающей твердости от 1 (тальк — легко царапается ногтем) до 10 (алмаз — легко царапает стекло).

Прочность по твердости самая высокая по сравнению с другими видами прочности, она зависит от химического состава, состояния поверхности, энергии кристаллической решетки. Твердость стали и

сплавов пропорциональна прочности их на растяжение. Однако высокая прочность не всегда говорит о высокой твердости материала: мрамор прочен, но сравнительно не тверд; пластмассы прочны, но не тверды; древесина по прочности на сжатие равна бетону, а по твердости уступает ему. Чем выше твердость, тем меньше истираемость материала.

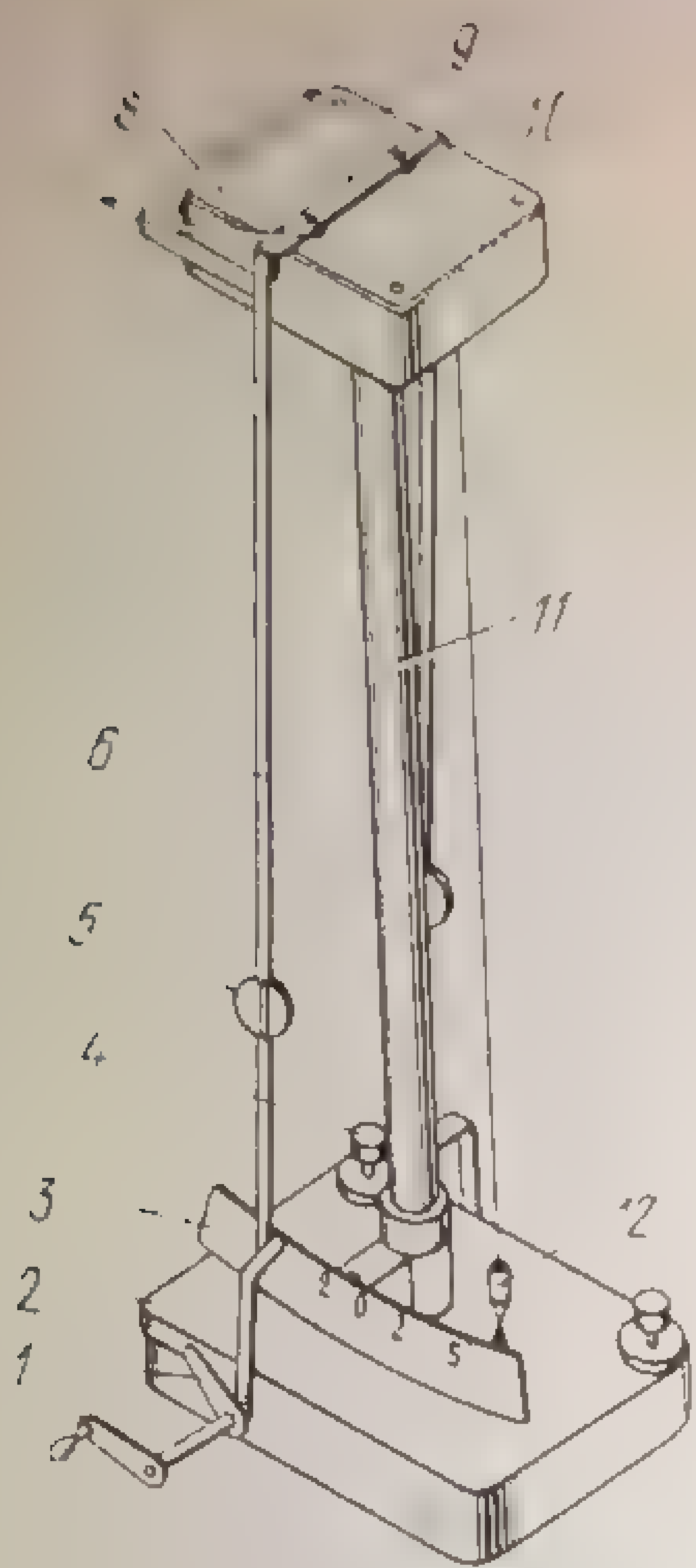


Рис. 4. Маятниковый прибор М-3:
1 — пусковой механизм, *2* — основание, *3* — шкала, *4* — установочные винты, *5* — груз, *6* — двухстрелочный маятник, *7* — соединительная планка, *8* — рамка, *9* — столик, *10* — стальные шарики, *11* — штатив, *12* — отвес

Твердость окрасочной пленки определяют по ГОСТ 5233—67 маятниковым прибором. От твердости материала, помещенного под опоры маятника, зависит время затухания колебаний приведенного в движение маятника. На этом свойстве материала и основан метод определения твердости. Время затухания колебаний маятника, установленного на поверхности пленки, сравнивают со временем затухания колебаний того же маятника, установленного на стеклянной пластинке.

Маятниковый прибор М-3 (рис. 4) имеет штатив *11* со столиком *9* наверху, которые укреплены на основании *2*; двухстрелочный маятник *6*, шкалу *3* и пусковой механизм *1*. Прибор регулируют винтами *4* и отвесом *12*. Груз *5* можно перемещать по длине маятника. При испытании отмечают время затухания колебаний маятника от 5 до 2° шкалы. Для маятника, опоры которого помещены на стеклянной пластинке, время затухания колебаний должно составлять (440 ± 6) с. Это время называют «стеклянным числом».

Испытываемый лакокрасочный материал наносят на стеклянную пластинку. Когда нанесенная краска высохнет, пластинку помещают под опоры маятника пленкой вверх. Шарики *10* устанавливают так, чтобы конец маятника находился вблизи нуля шкалы, после чего маятник с помощью пускового механизма осторожно отводят влево до деления 5° и пускают одновременно маятник и секундомер. Секундомер останавливают, когда амплитуда колебания маятника достигнет 2°.

Твердость пленки X вычисляют по формуле $X = t/t_1$, где t и t_1 — время затухания колебаний маятника от 5 до 2°, точки опоры которого лежат соответственно на испытываемой пленке и на стеклянной пластинке, с.

Истираемость — свойство материала уменьшаться в объеме и массе под действием истирающих усилий. Истираемость $И$ вычисляют (г/см²) по формуле $И = (m_1 - m_2)/S$, где m_1 и m_2 — масса образца до и после истирания, г; S — площадь истирания, см². Сопротивление материала истиранию определяют на круге исти-

рания с подсыпанием абразивных порошков — наждака или кварцевого песка. Истираемость зависит от прочности и твердости материала. Хорошо сопротивляются истиранию ($г/см^2$) изделия из каменного литья и шлакоситаллы (0,01...0,03), гранит (0,03... 0,07), кварцит (0,06...0,12), керамические плитки для полов (0,08). Истираемость важна для оценки эксплуатационных свойств материалов полов, ступеней лестниц, дорожных покрытий.

ГОСТ 20811—75* устанавливает метод испытания лакокрасочных покрытий на истирание падающим песком. Метод состоит в определении массы кварцевого песка, необходимого для разрушения покрытия до подложки при падении на него струи песка. Толщина лакокрасочного покрытия должна быть равномерной (не более 60 мкм).

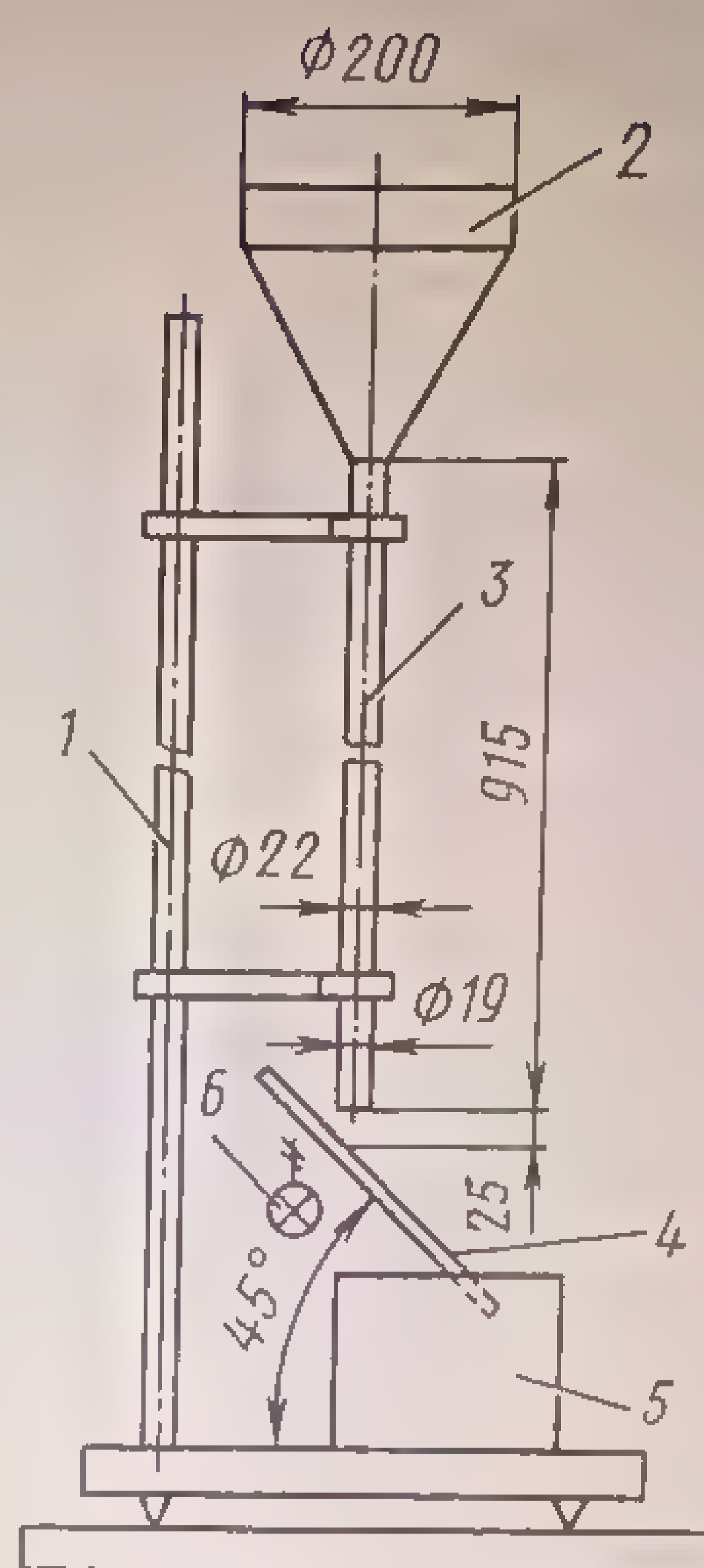


Рис. 5. Прибор для определения прочности лакокрасочного покрытия на истирание:

1 — штатив, *2* — воронка, *3* — направляющая трубка, *4* — площадка с креплением для образца, *5* — резервуар для песка, *6* — источник света

Испытания проводят с помощью прибора (рис. 5). В отверстие площадки *4* прибора вставлено матовое стекло. За стеклом площадки находится лампа *6* мощностью не более 25 Вт. Образец помещают на матовое стекло покрытием кверху. Из воронки *2* песок высыпается в трубку *3* и струей падает на образец. Испытание ведут до повреждения покрытия до подложки. Песок, собранный в резервуаре *5*, взвешивают. Прочность покрытия на истирание X (кг/мкм) определяют отношением массы песка m (кг) к толщине покрытия h (мкм).

Износ — свойство материала сопротивляться одновременному воздействию истирания и ударов. Износ материала зависит от его структуры, состава, твердости, прочности, истираемости. Износ определяют на пробах материалов, которые испытывают во вращающемся барабане со стальными шарами или без них. Чем больше потеря массы пробы испытанного материала (в процентах к первоначальной массе пробы), тем меньше его сопротивление износу. Износ важен для материалов полов, ступеней лестниц, дорог, лакокрасочных покрытий.

Упругость — свойство материала изменять под влиянием нагрузки свою форму и восстанавливать ее после удаления этой нагрузки. Упругую деформацию называют обратимой или исчезающей. Наибольшее напряжение, при котором действуют лишь упругая деформация, называют *пределом упругости*. В области упругих деформаций действителен закон Гука — деформация материала пропорциональна действующему напряжению. Упругими являются резина, различные герметизирующие и уплотняющие прокладки, лакокрасочные пленки, сталь, древесина и другие материалы.

Пластичность – свойство материала под действием нагрузки изменять форму и размеры без разрушения и образования трещин и сохранять измененную форму после снятия нагрузки. При этом в материале сохраняется некоторая остаточная деформация, называемая пластической, она не исчезает после снятия нагрузки, т. е. является необратимой. Примерами пластичных материалов служат глиняное тесто, бетонные и растворные смеси, подмазочная паста, свинец, некоторые пластмассы. Пластичные материалы легко формуются, хорошо расстилаются по поверхности. Свойство материала пластически деформироваться при постоянной нагрузке, несколько превышающей предел упругости, называют *текучестью*. Непрерывное возрастание деформаций под действием постоянной нагрузки называют *ползучестью*. Она характерна почти для всех строительных материалов.

Хрупкость — свойство материала разрушаться под воздействием нагрузки внезапно, без предварительного заметного изменения формы и размеров. Хрупкому материалу в отличие от пластичного нельзя придать при прессовании желаемую форму, так как такой материал под нагрузкой дробится на части, рассыпается. Хрупки камни, стекло, чугун и др. При понижении температуры многие материалы становятся хрупкими. Так ведут себя битумы, некоторые полимеры, металлы. Хрупкое разрушение происходит при возрастающей нагрузке в результате появления и быстрого развития одной или нескольких трещин.

Структурная прочность, вязкость, тиксотропия. Строительные растворные смеси, мастика, пасты, цементное тесто в отличие от жидкостей при небольших нагрузках ведут себя как твердые тела. С повышением нагрузки, по достижении определенных напряжений, называемых *предельным напряжением сдвига*, характеризующих структурную прочность, материал начинает течь, как жидкость. Это происходит в результате нарушения внутренних связей между частицами материала, т. е. разрушается его структура.

Когда пластично-вязкий материал начинает течь, напряжения в нем в основном зависят от скорости деформаций. Коэффициент пропорциональности, связывающий напряжение и скорость деформации материала, называют *вязкостью* η (Па · с). Разрушенную механически структуру пластично-вязкие смеси со временем восстанавливают, а при повторных воздействиях она вновь разрушается. В этом основа *тиксотропии* — при многократных сотрясениях пластично-вязкие материалы теряют структурную прочность и превращаются в вязкую жидкость. Эффект тиксотропии используют при виброуплотнении бетонных и растворных смесей, при нанесении мастичных и окрасочных составов кистью или шпателем.

§ 6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа 1. Определение плотности и пустотности строительного материала

Цель. определить истинную и насыпную плотность, пустотность и коэффициент плотности кварцевого песка.

Ход работы. Для достижения поставленной цели рекомендуется использовать песок нормальный для испытания цемента (ГОСТ 6139—78) — чистый кварцевый среднезернистый, считая каждое его зернышко совершенно плотным, т. е. не содержащим пор.

При определении истинной плотности песка пользуются объемомером Ле Шателье (рис. 6) или стеклянным градуированным цилиндром вместимостью 100 см³.

В объемомер наливают воду до нижней риски. Уровень воды отсчитывают по нижнему мениску. В металлической или фарфоровой малой чашке отвешивают 100 г песка (вместе с чашкой). Через воронку осторожно, малыми порциями высыпают в объемомер песок до тех пор, пока уровень воды (по низу мениска) не достигнет риски 20 см³. Это значит, что в объемомер насыпан песок объемом 20 см³. Затем взвешивают остаток песка с чашкой. Допустим, что в нашем случае он равен 47 г. Следовательно, масса песка, насыпанного в прибор, $m = 100 - 47 = 53$ г, объем $V_a = 20$ см³.

Истинную плотность песка вычисляют по формуле $\rho = m/V_a$. В нашем случае $\rho = 53/20 = 2{,}65$ г/см³, или 2650 кг/м³. Опыт проводят трижды, затем вычисляют среднее арифметическое из трех полученных значений. Заметим, что полученная величина соответствует истинной плотности минерала кварца, из которого состоят зерна песка.

Для определения насыпной плотности используют тот же песок, стандартную воронку или наклонную плоскость (рис. 7) и металлический цилиндрический сосуд вместимостью 1000 см³ для измерения объема. Перед работой сосуд взвешивают; пусть его масса будет равна 200 г.

В воронку прибора насыпают сухой песок, затем открывают внизу задвижку и заполняют сосуд песком с избытком. Вровень с краями сосуда избыток песка

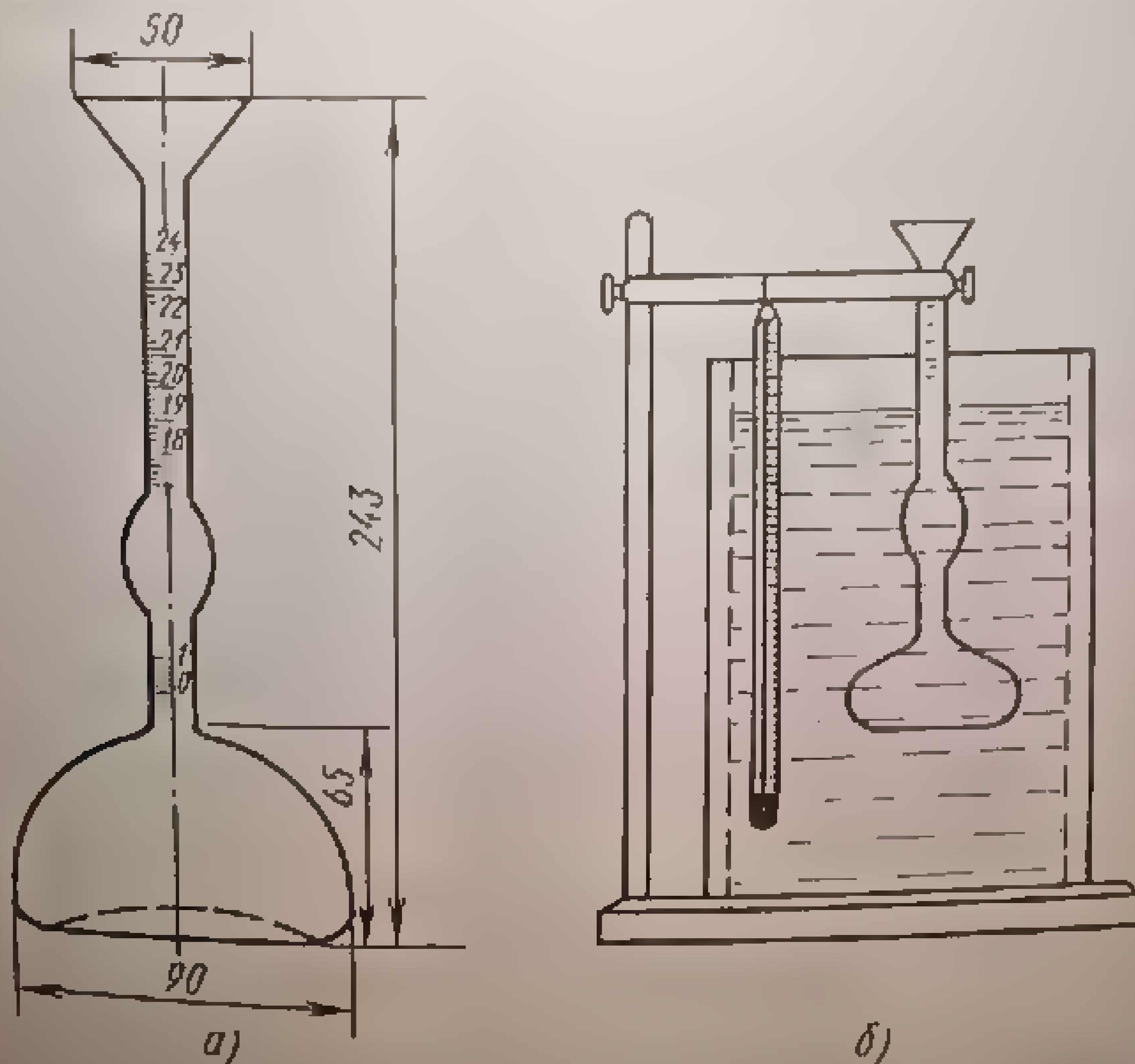
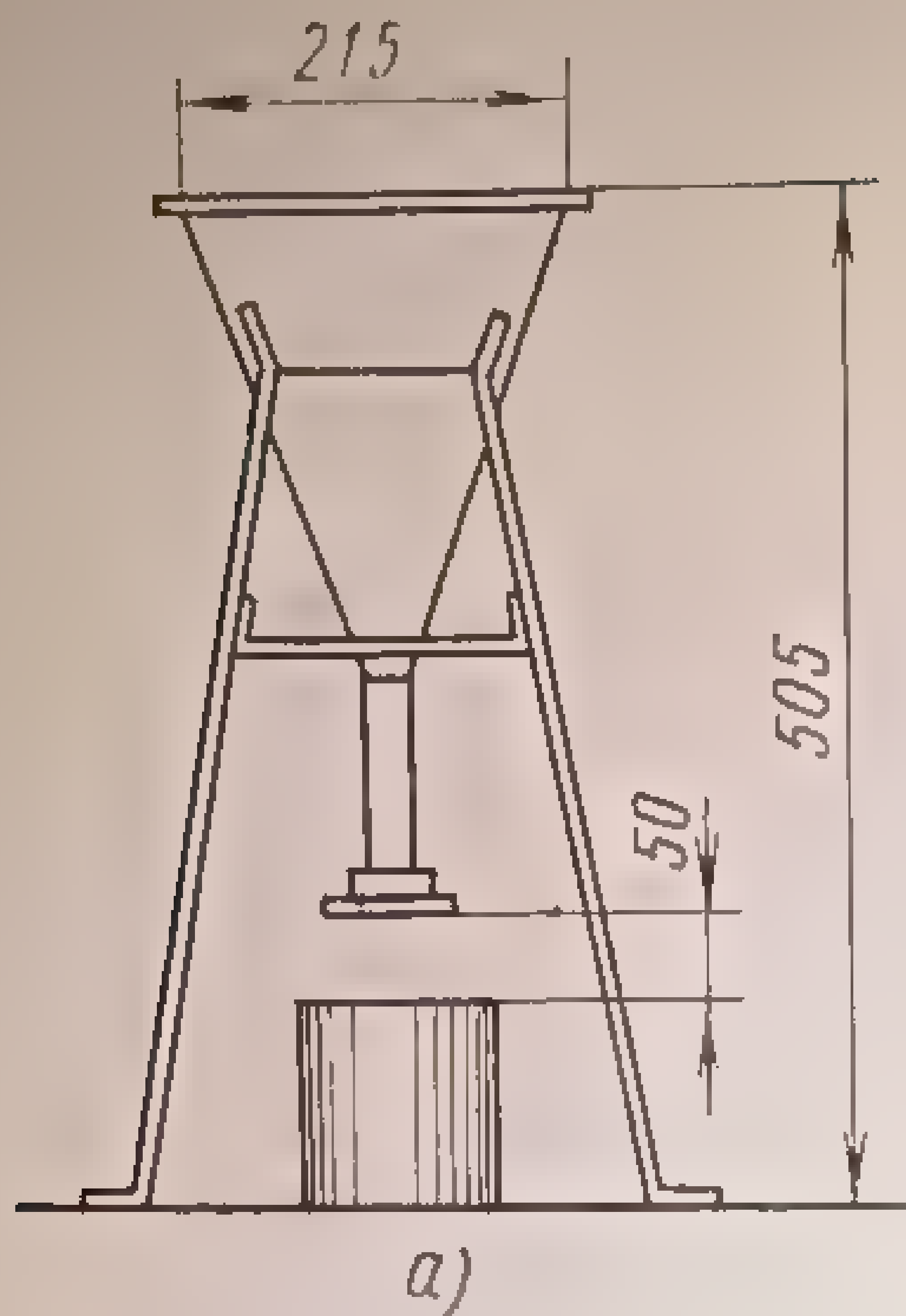


Рис. 6. Прибор для определения плотности материалов: *а* - общий вид, *б* - прибор в рабочем состоянии (в воде)



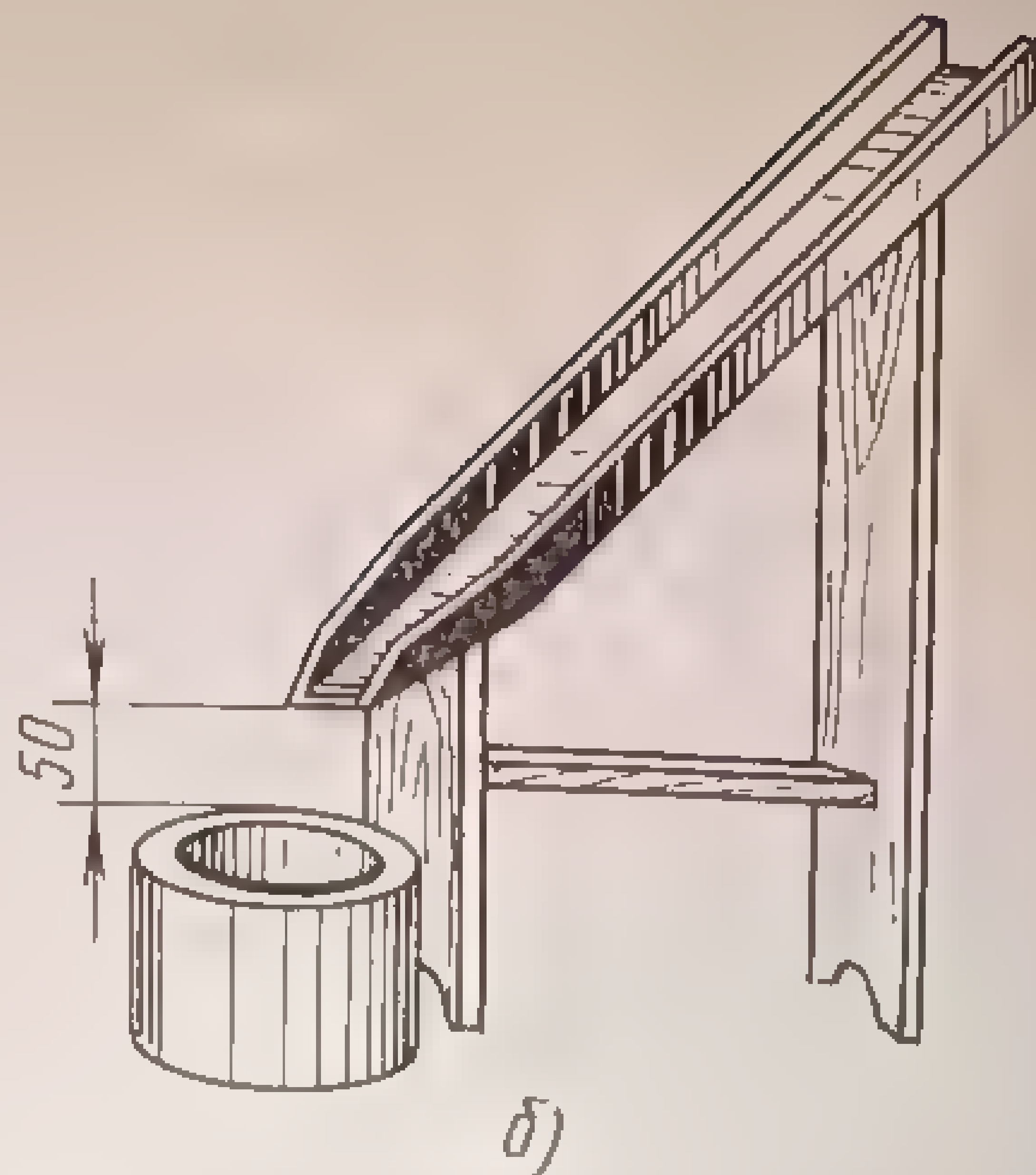


Рис. 7. Стандартная воронка (*а*) и наклонная плоскость (*б*) для определения насыпной плотности материала

срезают линейкой. Объем песка равен объему сосуда, т. е. 1000 см^3. Чтобы сохранить песок в насыпном состоянии, недопустимо его сотрясать в момент заполнения им сосуда.

Сосуд с песком взвешивают. Допустим, что масса песка с сосудом равна 1700 г, тогда масса песка $m = 1700 - 200 = 1500$ г, объем $V = 1000$ см^3. Насыпную плотность песка вычисляют по формуле $\rho_н = m/V$. В нашем случае $\rho_н = 1500/1000 = 1{,}5$ г/см^3, или 1500 кг/м^3. Опыт проводят трижды, затем вычисляют среднее арифметическое из трех полученных значений.

Зная истинную плотность ρ и насыпную плотность $\rho_н$, вычисляют пустотность песка по формуле (%) $П_{пуст} = [(\rho - \rho_н/\rho] \cdot 100$. В нашем случае $П_{пуст} = [(2{,}65 - 1{,}5)/2{,}65] \cdot 100 = 43{,}4$ %. Заметим, что пустотность песка находится обычно в пределах 40...50 %.

Коэффициент плотности $К_{пл}$ песка вычисляют по формуле $К_{пл} = \rho_н/\rho$. В нашем случае $К_{пл} = 1{,}5/2{,}65 = 0{,}566$, или 56,6 %.

Если весь объем песка принять за 100 %, то собственно зерна песка занимают 56,6 %, а на пустоты между зернами приходится 43,4 % объема.

Результаты выполнения лабораторной работы записывают в виде таблицы

Физические свойства строительного материала

Материал	Истинная плотность, кг/м^3	Насыпная плотность, кг/м^3	Пустотность, %	Коэффициент плотности
Кварцевый песок	2650	1500	43,4	0,566

Описание хода выполненной работы, необходимые формулы и расчеты, таблицу результатов и рисунки использованных приборов заносят в отдельную тетрадь, которая называется журналом лабораторных работ.

Лабораторная работа 2. Определение плотности и механической прочности строительного материала

Цель: определить среднюю плотность, предел прочности при сжатии и предел прочности при изгибе затвердевшего строительного раствора.

Ход работы. Для достижения поставленной цели рекомендуется воспользоваться ранее изготовленными из растворной смеси состава 1:3 мас. ч (цемент

песок) и затвердевшими стандартными образцами в виде кубов размером 7,07×7,07×7,07 см и призм-балочек размером 4×4×16 см. Образец-куб взвешивают. Допустим, что в нашем случае масса образца равна 700 г. Штангенциркулем измеряют длину, ширину и высоту образца. Поскольку образцы отформованы в стандартных формах, их размеры — стандартные — 7,07×7,07×7,07 см. Объем образца 350 см^3.

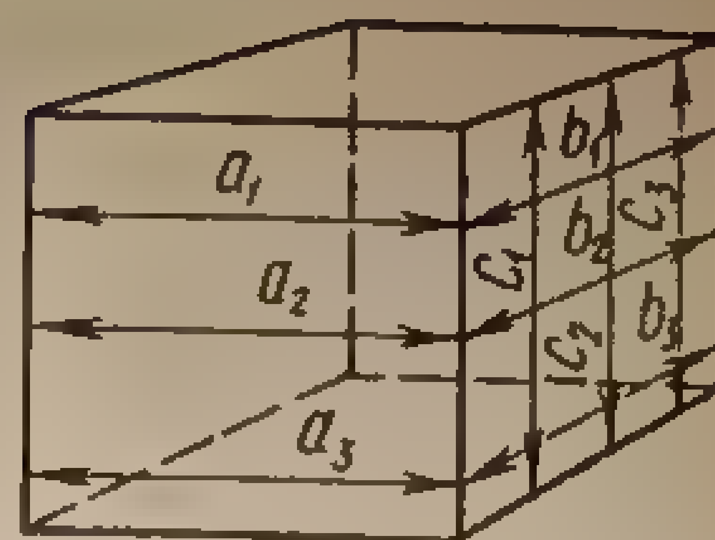


Рис. 8. Определение размеров и объема образца материала кубической формы

Плотность раствора вычисляют по формуле $\rho_m = m/V$; $\rho_m = 700/350 = 2$ г/см^3 или 2000 кг/м^3. Если образцы изготовлены в старых формах, то размеры их могут отличаться от стандартных. В этом случае каждую грань образца измеряют трижды, как показано на рис. 8. Средние размеры граней умножают — в результате получают объем образца. Вместо кубов можно воспользоваться образцами-призмами (балочками), размер которых 4×4×16 см.

Предел прочности при сжатии строительного раствора определяют на основании испытания на гидравлическом прессе (ПСУ-10) не менее трех образцов-кубов до их разрушения. Перед испытанием определяют площадь поперечного сечения образца (S); у стандартных образцов-кубов она равна 7,07 × 7,07 = 50 см^2. Образец помещают на нижнюю плиту пресса так, чтобы его неровная (верхняя при формовании) грань не соприкасалась с плитами пресса. Образец-куб центрируют, затем опускают верхнюю плиту до соприкосновения с образцом и слегка зажимают его. Включают мотор пресса. Под давлением масла в цилиндре пресса поршень поднимается вверх, образец под нагрузкой разрушится. Мотор пресса выключают. Стрелка силоизмерителя покажет наибольшую нагрузку, при которой образец разрушился.

Допустим, что в нашем случае разрушающая нагрузка на образец оказалась равной 50 000 Н. Площадь поперечного сечения образца равна 0,005 м^2. По формуле $R_{сж} = F/S$ вычисляют предел прочности при сжатии раствора в паскалях (Па) с последующим пересчетом в мегапаскали (МПа): $R_{сж} = 50\,000/0,005 = 10\,000\,000$ Па, или 10 МПа (1 МПа равен 1 000 000 Па).

Допустим, что предел прочности второго образца равен 9 МПа и третьего 11 МПа. Среднее арифметическое из результатов трех испытаний равно, таким образом, 10 МПа. Это и есть предел прочности при сжатии строительного раствора.

Предел прочности при изгибе строительного раствора определяют, испытывая на гидравлическом прессе (ПСУ-10) не менее трех образцов-балочек до их разрушения. Перед испытанием штангенциркулем измеряют ширину образца b и его высоту h в сантиметрах. На нижнюю плиту пресса помещают приспособление с двумя опорами-валиками, расстояние – пролет l – между которыми равно 10 см. На опоры помещают образец-балочку и сверху по середине образца— валик. Балочку помещают так, чтобы ее неровная (верхняя при формировании) грань не соприкасалась с валиками.

Приспособление вместе с образцом тщательно центрируют. Затем осторожно опускают верхнюю плиту пресса до соприкосновения с валиком. Включают мотор пресса. Образец под нагрузкой переломится. Стрелка силоизмерителя покажет наибольшую нагрузку, при которой образец разрушился. Мотор пресса выключают.

Допустим, что в нашем случае образец разрушился под нагрузкой (F), равной 1600 Н. По формуле $R_{из} = (3Fl)/(2bh^2)$ вычисляют предел прочности при изгибе раствора $R_{из} = (3 \cdot 1600 \cdot 0,1)/(2 \cdot 0,04 \cdot 0,04^2) = 3\,750\,000$ Па, или 3,75 МПа.

Допустим, что предел прочности второго образца равен 3,47 МПа и третьего — 3,88 МПа. Среднее арифметическое из результатов трех испытаний равно, таким образом, 3,7 МПа, это и есть предел прочности при изгибе строительного раствора.

Механические свойства строительного материала

Материал	Средняя плотность, кг/м^3	Предел прочности, МПа	
		при сжатии	при изгибе
Строительный раствор (затвердевший)	2000	10	3,7

Сравнивая предел прочности при сжатии $R_{сж} =$

10 МПа и предел прочности при изгибе $R_{и} = 3,7$ МПа, легко видеть, что прочность строительного раствора на сжатие почти в три раза выше, чем на изгиб.

Результаты работы записывают в виде таблицы.

Описание хода выполненной работы, необходимые формулы и расчеты, таблицу результатов, схемы испытания образцов материалов на сжатие и изгиб заносят в журнал лабораторных работ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От каких факторов зависят основные свойства строительных материалов? 2. Расскажите о химическом, минеральном и фазовом составах материала. 3. Что такое структура и текстура материала? 4. В чем различие между кристаллическими и аморфными телами? 5. Перечислите известные вам дисперсные системы. 6. Что такое суспензии, коллоиды, истинные растворы? 7. В чем различие между истинной и средней плотностью материала? 8. Какие различия между порами и пустотами, пористостью и пустотностью? 9. Как в лаборатории определить истинную и среднюю плотность сыпучих материалов? 10. Что такое гигроскопичность, капиллярное всасывание и влажность материала? 11. Расскажите о водостойкости, влагоотдаче и водопоглощении материалов. 12. Что такое морозостойкость? Какие материалы называют морозостойкими? 13. В чем различия между теплоемкостью и теплопроводностью материалов? 14. Классифицируйте материалы по степени их огнестойкости. 15. Что такое гидрофильность и гидрофобность строительных материалов? 16. Каковы важнейшие химические и технологические свойства строительных материалов? 17. Что называется прочностью и пределом прочности материала? 18. Как в лаборатории определяют предел прочности при сжатии и предел прочности при изгибе материала, прочность на удар лакокрасочной пленки? 19. Что называется твердостью материалов; как ее определяют? 20. Что такое истирание и износ материалов? 21. Расскажите об упругости, пластичности и хрупкости материалов. 22. Что такое структурная прочность, вязкость и тиксотропия материалов? 23. Как испытать лакокрасочное покрытие на истирание?

ГЛАВА III

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ (МИНЕРАЛЬНЫЕ) ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

§ 7. ВИДЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ И СЫРЬЕ ДЛЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Виды вяжущих. Тонкодисперсные материалы, которые при смешивании с водой образуют пластичное тесто, способное в результате физико-химических процессов со временем самопроизвольно затвердевать в камень, называют в я ж у щ и м и в е щ е с т в а м и. При переходе из теста в камневидное состояние вяжущее вещество связывает, скрепляет между собой в монолит разрозненные частицы других материалов. Этим свойством пользуются при изготовлении из цемента, воды, песка и щебня (или гравия) искусственного камня, называемого бетоном. Механическая смесь вяжущего (цемента, извести), воды и песка после затвердевания образует строительный раствор в виде швов каменной кладки, слоя штукатурки или какого-либо изделия.

Строительные вяжущие по составу делят на неорганические (минеральные) и органические. Неорганическими вяжущими являются известь, цементы, гипсовые вяжущие, жидкое стекло и др. Как

правило, их затворяют водой, реже — водными растворами солей. К органическим вяжущим относятся битумы, дегти, некоторые клеи, полимеры и др.

В зависимости от условий твердения минеральные вяжущие делят на воздушные, гидравлические, кислотостойкие и вяжущие автоклавного твердения.

Воздушные вяжущие твердеют и длительное время сохраняют свою прочность только на воздухе. К ним относят воздушную известь, гипсовые и магнезиальные вяжущие. Во влажных условиях они теряют свою прочность, поэтому их применяют только в сухих условиях.

Гидравлические вяжущие после предварительного твердения на воздухе сохраняют и наращивают свою прочность в воде. К ним относят гидравлическую известь, портландцемент и его разновидности, глиноземистый цемент и др. Для эффективного твердения гидравлических вяжущих необходимо, чтобы в твердеющем материале постоянно была вода, в сухих условиях они прекращают твердение. По условиям применения гидравлические вяжущие универсальны, их можно применять в сухих и влажных условиях, а также в воде.

Кислотостойкие вяжущие после затворения их водным раствором силиката натрия (жидкого стекла) затвердевают на воздухе, после чего длительно сохраняют свою прочность при воздействии некоторых кислот. Это особая разновидность воздушных вяжущих веществ, основным представителем которых является кварцевый цемент, применяемый для изготовления кислотостойких бетонов, растворов, замазок. Эти материалы теряют прочность в воде, а в среде едкой щелочи разрушаются.

Вяжущие автоклавного твердения — разновидность гидравлических вяжущих, они затвердевают в среде насыщенного водяного пара, т. е. в условиях автоклавной обработки. В группу этих вяжущих входят нефелиновый цемент, известково-кремнеземнистые, известково-зольные, известково-шлаковые вяжущие и др.

Сырье для получения вяжущих. Сырьевыми материалами для производства минеральных вяжущих служат горные породы (природные камни) и побочные продукты промышленности — шлаки, золы, шламы и др.

Горные породы — геологические тела, образующие земную кору. Это природные минеральные образования определенного строения и состава, являющиеся главным источником получения не только вяжущих веществ, но также керамики, стекла, заполнителей для бетонов и растворов, материалов для облицовки зданий, устройства полов, лестниц, дорог и др.

Минералы — составные части горной породы, однородные по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в глубине и на поверхности земли в результате протекающих там сложных физико-химических процессов. Простая горная порода состоит из одного минерала (например, известняк состоит из кальцита), а сложная — из нескольких минералов (например, гранит состоит из

кварца, полевого шпата и слюды). Содержание минералов, их размеры, форма и взаимное расположение в горной породе определяют ее структуру и свойства.

Главными породообразующими минералами горных пород являются кварц SiO_2, полевые шпаты, слюды, опал $SiO_2 \cdot nH_2O$, кальцит $CaCO_3$, магнезит, доломит, каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, гидрослюды, гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ангидрит $CaSO_4$ и др.

По генетическому признаку, т. е. по происхождению горные породы делят на три группы: изверженные (магматические), осадочные и метаморфические (видоизмененные).

Изверженные (магматические) горные породы — глубинные и излившиеся — образовались в результате охлаждения магмы (сложного силикатного расплава) в глубине или на поверхности земли. Глубинные изверженные породы образовались в глубине земли в условиях, когда магма остывала медленно и под большим давлением. В этих условиях возникают полнокристаллические структуры. Глубинные горные породы — крупнокристаллические, плотные (2700 кг/м^3), прочные на сжатие (300...1000 МПа), хорошо шлифуются и полируются, обладают красивой текстурой и высокой морозостойкостью. Поэтому их применяют в виде плит для облицовки зданий, настилки полов и устройства лестниц, а в дробленом виде — для мозаичных работ и декоративных штукатурок. Глубинными изверженными породами являются граниты, сиениты, диориты, габбро, лабрадориты.

Излившиеся изверженные горные породы образовались в результате излияния магмы, ее охлаждения и застывания у поверхности и на поверхности земли. Быстрое остывание и выделение газов из магмы привело к образованию пород со стекловатой, скрытокристаллической или порфировой («вкрапленниковой») структурой. Излившиеся породы бывают плотные и пористые. К плотным породам относят порфиры, липариты, трахиты, андезиты, базальты, диабазы; к пористым — пемзу, вулканические пеплы и туфы, туфолавы. Плотные излившиеся породы относительно плохо шлифуются, прочность их колеблется в широких пределах. Из пористых широко применяют пемзу как легкий заполнитель в бетонах и растворах, как гидравлическую добавку к извести и цементам, в качестве абразивного материала в малярных работах, а также для шлифования металлов и древесины, полирования каменных изделий.

Особый интерес для строителей-отделочников представляет артикский вулканический туф — пористый, прочный декоративный камень в виде плит фиолетового, розового, лилового, желтого и других цветов. Его дробят в каменную декоративную крошку. К излившимся породам относят также вулканические стекла — обсидиан, перлит, пехштейн. После термической обработки в виде «вспученных» материалов их применяют в строительстве как акустические и теплоизоляционные засыпки и изделия.

Осадочные горные породы образуются под воздействием сил природы и в результате переотложения продуктов разрушения и

выветривания различных горных пород, выпадения осадков из воды, жизнедеятельности организмов и растений. По происхождению осадочные породы делят на механические обломочные породы, химические осадки и органогенные отложения.

Обломочные породы бывают рыхлые (пески, глины, гравий, валуны) и сцементированные — песчаники, конгломераты, брекчии.

Химическими осадками или хемогенными породами являются карбонаты — известняки, известковые туфы, доломиты, магнезиты; сульфаты — гипсовые и ангидритовые породы; аллиты — бокситы и латериты (состоят в основном из глинозема).

Органогенными породами являются: кремнистые — диатомиты, трепелы, опоки, др.; органогенные известняки — мел, ракушечники, коралловые известняки.

Осадочными смешанными породами являются мергели, содержащие от 25 до 75 % известняка $CaCO_3$ и глину. При содержании 25...50 % глины в составе известняков образуются собственно мергели, которые с повышением содержания глины до 50...75 % переходят в глинистые мергели, а при последующем ее увеличении превращаются в известковые глины. Мергели — лучшее сырье для производства цементов. Массовым сырьем для производства минеральных вяжущих служат различные известняки, мел, диатомит, трепел, опоки. Мел — прекрасный белый пигмент и наполнитель в красках, мастиках, пластмассах.

Метаморфические (видоизмененные) горные породы образовались из изверженных и осадочных пород под воздействием высоких температур и давлений, газов и горячих растворов. В условиях метаморфизма происходит перекристаллизация минералов без их плавления, меняется структура породы часто без изменения ее химического состава. При большом направленном давлении кристаллы деформируются в направлении, перпендикулярном направлению давления, в результате чего породы приобретают сланцевое строение и специфическую текстуру, а следовательно, и новые свойства.

Метаморфическими горными породами являются гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, мраморы. Самыми распространенными метаморфическими породами являются гнейсы, образовавшиеся в результате метаморфизма кварцево-полевошпатовых пород, например гранитов. В отделочных работах гнейсы не применяются. Кристаллические сланцы часто легко раскалываются на тонкие плитки (2...8 мм), служащие долговечным кровельным материалом. В отделочных работах сланцы применяют редко (резьба по камню).

Кварциты образовались в результате перекристаллизации песчаников, содержат 95...99 % SiO_2, хорошо сопротивляются сжатию (до 500 МПа), огнеупорны (до 1770 °C). Кварциты с красивой и стабильной окраской применяют для облицовки зданий и других отделок.

Мраморы — перекристаллизованные известняки или доломиты. Породы плотные и прочные на сжатие (до 300 МПа), легко под-

даются обработке, хорошо полируются. Их применяют для облицовки стен и лестниц. Для наружных облицовок не рекомендуются, так как разрушаются атмосферной влагой, содержащей растворенные газы, — углекислоту, сероводород. Цвет и рисунок мрамора весьма разнообразны: от белого до черного, с живописными оттенками. Кроме облицовок мрамор в виде песка и крошки применяют для цветных штукатурок и декоративного бетона. В малых количествах, когда требуется особо чистая известь (для росписей), ее получают путем обжига белого мрамора.

§ 8. ГЛИНА КАК ВЯЖУЩЕЕ ВЕЩЕСТВО

Глину лишь условно можно отнести к простейшим минеральным вяжущим воздушного твердения. При смешивании глины с водой образуется пластичное глиняное тесто, при добавлении песка — глинопесчаный строительный раствор. Как тесто, так и раствор с течением времени твердеют, но не в результате химических реакций между глиной и водой и не как следствие физико-химических процессов, а благодаря испарению воды, т. е. высыханию теста и раствора. Естественно, никаких новообразований при этом не образуется. После высыхания глиняного теста и раствора получается довольно прочный камень, но до первого соприкосновения с водой. В воде глиняный камень размокает, разваливается. При умеренном количестве воды вновь образуется глиняное тесто, способное связывать зерна песка и щебня.

Несмотря на простоту, глину в качестве вяжущего применяли с давних времен наравне с известью и гипсом. И в настоящее время в регионах с жарким и сухим климатом глина как вяжущее имеет широкое и разнообразное применение. Из глины и песка формуют кирпич-сырец. В сельском строительстве применяют материал для стен — саман — блоки из глины, песка и соломенной сечки. Добавка сечки делает саман прочным, облегченным, менее теплопроводным и быстро высыхающим. Вместо соломенной сечки применяют также сечку из тростника, камыша, костры, прутьев.

Стены жилищ штукатурят как внутри, так и снаружи глинопесчаным раствором. Совершенно незаменимы глиняные растворы при кладке печей и труб. Применение глины в качестве вяжущего при кладке печей и труб основывается на том ее свойстве, что при повышенных температурах глина набирает прочность, в то время как другие вяжущие в этом случае ее снижают. Стены из кирпича-сырца, самана и древесины штукатурят глиняными растворами.

Глины — осадочные обломочные рыхлые горные породы, состоящие в основном из глинистых минералов, пыли и песка. Важнейшим глинообразующим минералом является каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ — водный алюмосиликат, состоящий из мельчайших частиц чешуйчатой формы размером менее 0,005 мм. Размеры зерен пыли 0,005... 0,15 мм и песка — 0,14...5 мм. Глинистые минералы хорошо поглощают и удерживают на своей поверхности влагу.

При соприкосновении с водой гидрофильные частицы глины

адсорбируют воду, набухают, а глина в целом становится пластичной, легко формуемой. При высыхании глины водные оболочки на ней становятся более тонкими, что приводит к уменьшению ее объема, т. е. вызывает усадку. При дальнейшей сушке силы взаимодействия между частицами глины растут, глина постепенно теряет пластичность и упрочняется. Высохшая глина довольно прочна, на сжатие выдерживает до 20 МПа, но при увлажнении она размягчается. Если отформованные и высушенные изделия из глины обжечь при температуре 900...1100 °С, они превратятся в водостойкие и весьма прочные керамические материалы — кирпич, черепицу, трубы, плитки и т. д. С увеличением в глине содержания глинистых минералов растет ее способность впитывать воду и больше набухать, медленно высушиваться и давать большую усадку.

Глины, богатые глинистыми минералами, называют «жирными»; сильно запесоченные глины называют «тощими», они легко сушатся, имеют небольшую усадку, не трескаются, но пластичность и прочность их ниже, чем у «жирных» глин. В «жирные» глины вводят отощающие добавки — песок, шлак, сечку соломы, костру и др. Белую глину, содержащую много каолинита, называют каолином. Из каолина и добавок вырабатывают фарфоровые и фаянсовые изделия.

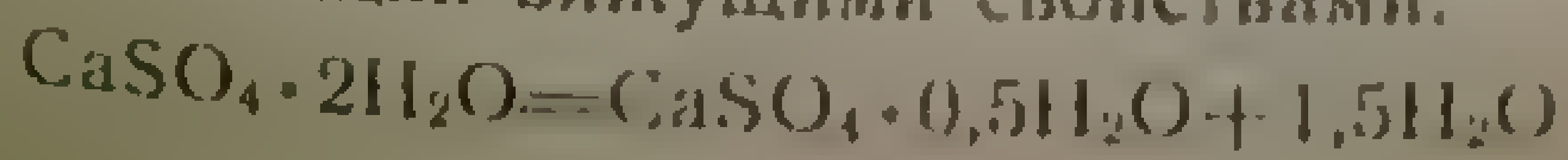
Цвет глины зависит от примесей: оксиды железа и оксиды марганца сообщают глинам красный, желтый или бурый цвет; органические примеси (гумус) — черный.

Применение глины весьма разнообразно: для изготовления строительной керамики, огнеупоров, фаянса, фарфора; в качестве компонента сырьевой смеси в производстве цемента; как воздушное вяжущее в кладочных и штукатурных растворах; в качестве пластификатора цементных и других строительных растворов.

§ 9. ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Характеристика. В строительстве и промышленности издавна применяют гипсовые вяжущие материалы (ГОСТ 125-79**) строительный гипс, формовочный и высокопрочный, эстрих-гипс, ангидритовый цемент и др. Это минеральные вяжущие воздушного твердения, состоящие из полуводного гипса $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ или ангидрита $CaSO_4$, и образуются путем тепловой обработки и помола сырья, содержащего двуводный или безводный сульфат кальция. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – двуводный гипс – минерал, входящий в состав различных горных пород, гипсового камня, глиногипса, а также в состав промышленных отходов фосфогипса (отход от переработки природных фосфатов в суперфосфат), борогипса и др. В зависимости от температуры тепловой обработки гипсовые вяжущие подразделяют на низкообжиговые и высокообжиговые.

Производство. При нагревании двуводного гипсового камня происходит частичная его дегидратация, при этом образуется полуводный гипс, обладающий вяжущими свойствами:



$$CaSO_4 \cdot 2H_2O = CaSO_4 \cdot 0,5H_2O + 1,5H_2O$$

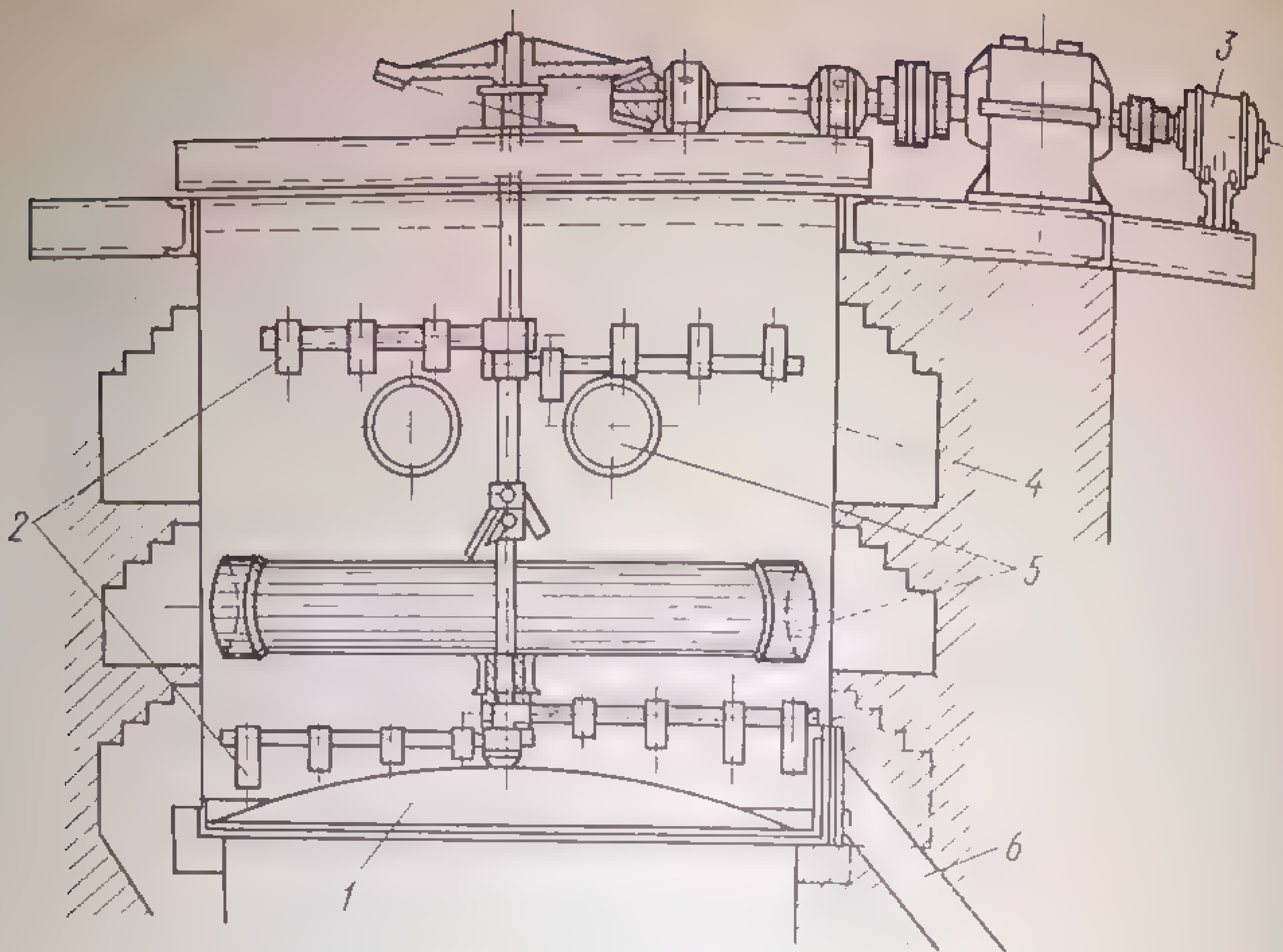


Рис. 9. Варочный котел для производства гипсового вяжущего:
1 — днище, *2* — мешалка, *3* — электродвигатель, *4* — котел, *5* — жаровые трубы, *6* — выгрузочный желоб

Обжиг гипса протекает при низких температурах (110...180 °С) в открытых аппаратах — котлах (рис. 9); кристаллизационная вода при этом выделяется в виде водяного пара. Из полуводного гипса $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ состоят все низкообжиговые гипсовые вяжущие. Кристаллы полуводного гипса мелки, обладают большой поверхностью и высокой водопотребностью, их называют β - гипсом. Прочность при сжатии полуводного гипса невысокая — 2...25 МПа, плотность 2,6...2,75 г/см^3; насыпная плотность 800...1000 кг/м^3; цвет порошка — белый или серый.

Из всех низкообжиговых гипсовых вяжущих промышленность выпускает главным образом строительный гипс, производство которого состоит в дроблении и варке (тепловой обработке) гипсового камня, а также тонком измельчении.

Высокопрочный гипс получают в закрытых аппаратах — автоклавах — под давлением пара, при этом кристаллизационная вода удаляется в жидком состоянии и образуются крупные кристаллы полуводного гипса, обладающие малой поверхностью и невысокой водопотребностью, их называют α-гипсом. Прочность при сжатии его довольно высокая — 15...60 МПа.

Твердение. Порошок гипсового вяжущего, затворенный водой, образует пластичное тесто, которое быстро схватывается и твердеет, при этом полуводный гипс присоединяет воду и превращается в двуводный:



$$CaSO_4 \cdot 0,5H_2O + 1,5H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

Реакция гидратации протекает быстро, с выделением теплоты и заканчивается через несколько минут после затворения. Процесс твердения вяжущего сложный, включает растворение, коллоидацию и кристаллизацию. Сначала полугидрат растворяется, переходит в двугидрат с образованием насыщенного раствора. Поскольку растворимость двугидрата примерно в пять раз меньше, чем полугидрата, насыщенный раствор полугидрата быстро превращается в перенасыщенный с выпадением из раствора мельчайших частиц двугидрата. В дальнейшем эти частицы склеиваются — наступает коллоидация, что соответствует началу схватывания вяжущего. Затем наступает кристаллизация с образованием отдельных ее центров, ростом кристаллов и их объединением в жесткий кристаллический каркас, упрочнением контактов между кристаллами.

Так, из пластичного теста образуется довольно прочный искусственный гипсовый камень, прочность которого по мере высушивания и удаления воды повышается. В отличие от других вяжущих при твердении гипса происходит увеличение его объема (0,3...1 %).

Теоретически для гидратации полуводного гипса требуется 18,6 % воды от массы вяжущего. Практически воды берут в 3...4 раза больше. Для получения теста нормальной густоты строительный β-гипс потребляет 45...70 % воды, высокопрочный α-гипс — 30...40 %. По сравнению с теоретической избыточная вода, удаляясь при сушке, создает поры, приводит к снижению прочности камня. Сушка гипсовых изделий приводит к росту их прочности, но температура сушки не должна быть выше 70 °C, в противном случае наступит разложение двугидрата сульфата кальция.

Строительный и высокопрочный гипсы обладают рядом особенностей: быстро схватываются и твердеют, обладают повышенной водопотребностью и пористостью, в начальный период твердения увеличиваются в объеме, обладают низкой водостойкостью, подвержены деформациям ползучести.

Свойства. Оценка качества гипсовых вяжущих зависит от сроков схватывания, тонкости помола, водопотребности, предела прочности при сжатии и изгибе.

По срокам схватывания гипсовые вяжущие делят на три группы: А — быстро схватывающиеся (начало схватывания не ранее 2 мин, конец — не позднее 15 мин); Б — нормально схватывающиеся (начало схватывания не ранее 6 мин, конец — не позднее 30 мин); В — медленно схватывающиеся (начало схватывания не ранее 20 мин, конец — не нормируется).

По тонкости помола, определяемой наибольшим остатком на сите с размером ячеек 0,2 мм, гипсовые вяжущие делят на три группы: I — грубый помол, остаток на сите не более 23 %; II — средний помол, остаток на сите не более 14 %; III — тонкий помол, остаток на сите не более 2 %.

Водопотребность гипсового вяжущего определяют количеством воды в % от массы вяжущего, необходимым для получения гипсового теста нормальной густоты, т. е. стандартной консистенции [диаметр расплыва лепешки (180±5) мм].

Таблица 2. **Марки гипсовых вяжущих**

Марка	$R_{сж}$, МПа, не менее	$R_{из}$, МПа, не менее	Марка	$R_{сж}$, МПа, не менее	$R_{из}$, МПа, не менее
Г-2	2	1,2	Г-10	10	4,5
Г-3	3	1,8	Г-13	13	5,5
Г-4	4	2	Г-16	16	6
Г-5	5	2,5	Г-19	19	6,5
Г-6	6	3	Г-22	22	7
Г-7	7	3,5	Г-25	25	8

Прочность гипсовых вяжущих определяют по результатам испытания образцов-балочек размером 40×40×160 мм из гипсового теста нормальной густоты через 2 ч после изготовления. За это время гидратация и кристаллизация вяжущего завершаются.

По пределу прочности при сжатии $R_{сж}$ и изгибе $R_{из}$ гипсовые вяжущие делят на 12 марок (табл. 2).

Маркировка гипсового вяжущего дает информацию о его основных свойствах. Например, маркировка Г-7-А-II означает: гипсовое вяжущее марки 7 (предел прочности при сжатии не менее 7 МПа); А — быстротвердеющее; II — среднего помола.

Гипсовые вяжущие неводостойки. Водостойкость гипсовых изделий повышается с введением 5...25 % извести, молотого доменного гранулированного шлака, при пропитке карбамидными смолами, кремнийорганическими жидкостями. Гипсовые изделия должны применяться в сухих условиях при относительной влажности воздуха не более 60 %.

При использовании схватывающегося гипсового теста его нельзя уплотнять трамбованием или продолжительно перемешивать, так как это вызывает разрушение образовавшегося кристаллического каркаса (наступает размолаживание) и тесто теряет вяжущие свойства. Следовательно, гипсовое тесто и гипсовые растворы необходимо использовать до начала кристаллизации.

Процесс схватывания водогипсовой смеси поддается регулированию, его можно замедлить или ускорить добавками.

Для *замедления схватывания* применяют добавки, повышающие пластичность смеси, — известково-клеевая эмульсия, хвойный настой, водный раствор столярного клея, ЛСТ. Замедлителями схватывания являются также добавки, препятствующие росту кристаллов образованием защитных пленок на зернах полуводного гипса — фосфаты и бораты щелочных металлов, а также аммиак, этиловый спирт, бура, каратиновый замедлитель и др.

Для *ускорения схватывания* водогипсовой смеси применяют добавки поваренной соли $NaCl$, сульфата натрия Na_2SO_4, сульфата калия K_2SO_4 (они повышают растворимость полугидрата в воде) и добавки, играющие роль центров кристаллизации — размолотый ранее затвердевший или природный гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, кальциевая соль фосфорной кислоты и др. Ускорители схватывания снижают прочность вяжущего, поэтому их применяют без избытка, в небольшом количестве.

Применение. В строительстве по масштабам применения гипсовые вяжущие уступают цементам и извести, но используются весь-

ма широко. Затраты топлива на изготовление тонны гипсового вяжущего в четыре раза ниже, чем на производство тонны цемента. Гипсовые изделия отличаются гигиеничностью, небольшой средней плотностью (1200...1500 кг/м^3), высокой пористостью (30...60 %), огнестойкостью, архитектурной выразительностью, высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами.

В штукатурных работах применяют гипсовые вяжущие всех марок, среднего и тонкого помола, нормального и медленного твердения. Добавка гипсовых вяжущих ускоряет схватывание известково-песчаных растворов и повышает прочность штукатурного слоя, придает его поверхности гладкость и белизну. Гипсовые вяжущие марок Г-2...Г-7 применяют для изготовления гипсовых деталей и гипсобетонных изделий — панелей для перегородок, листов сухой штукатурки, для приготовления растворов для внутренней штукатурки и получения гипсоцементно-пуццолановых вяжущих. Гипсовые вяжущие марок Г-5...Г-25 тонкого помола с нормальными сроками схватывания применяют для изготовления форм и моделей фарфоровых, фаянсовых и других керамических изделий. Гипсовые вяжущие служат основой для приготовления мастик для приклеивания листов сухой штукатурки.

Вяжущие низких марок используют для гипсовой заводки, в которой обрабатывают паклю при конопатке перегородок, оконных и дверных проемов.

При изготовлении гипсовых изделий гипсовые вяжущие иногда затворяют водными растворами синтетических смол, в результате получается материал — *полимергипс*. Он плотнее обычного гипса, обладает высокой механической прочностью (до 30 МПа), постоянством объема, малой водопроницаемостью, повышенным сопротивлением истиранию.

Перевозят гипсовые вяжущие в мешках или без упаковки, навалом. При этом их предохраняют от увлажнения и загрязнения. Даже при хранении в сухих условиях гипсовые вяжущие быстро теряют активность, обладая высокой гигроскопичностью (через три месяца хранения потеря активности составляет примерно 30 %). Высокая гигроскопичность и низкая водостойкость гипсовых вяжущих приводят к потере прочности изделий во влажных условиях. Гипсовые вяжущие стимулируют коррозию черных металлов — арматуры, сетки, проволоки, гвоздей — особенно во влажных условиях.

В отличие от других гипсовые вяжущие можно применять без заполнителей и наполнителей, не боясь появления трещин, так как они не дают усадки и, напротив, при твердении увеличиваются в объеме.

При необходимости заполнителями могут служить древесные опилки, стружка, костра, а также легкие пористые материалы — шлаки, керамзит, шлаковая пемза и др.

Формовочный гипс, подобно строительному, в основном состоит из $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$. Это чистый от примесей полуводный гипс тонкого помола с нормальными сроками схватывания марок Г-5...Г-25.

Объемное расширение — не более 0,15 %, водопоглощение затвердевшего вяжущего не менее 30 % по массе. Его используют для изготовления форм и моделей фарфоровых, фаянсовых и других керамических изделий.

Высокообжиговыми гипсовыми вяжущими являются ангидритовый цемент и эстрих-гипс, они медленно схватываются и твердеют.

Ангидритовый цемент получают обжигом природного гипсового камня при температуре 600...800 °С с последующим его помолом со следующими добавками, служащими катализаторами твердения: известь — 2...5 %; смесь сульфата натрия с железным или медным купоросом — по 1 % каждого; обожженный (при 900 °С) доломит — 3...8 %; гранулированный доменный шлак — 10...15 % по массе. Железный и медный купорос уплотняют поверхность затвердевшего цемента, препятствуют появлению выцветов на изделиях. Ангидритовый цемент получают также без обжига — путем измельчения указанных выше добавок с природным ангидритом $CaSO_4$. Ангидритовый цемент медленно схватывается (начало схватывания — не ранее 30 мин, конец — не позднее 24 ч) и твердеет. Марки по прочности на сжатие: 50, 100, 150, 200. Применяют ангидритовый цемент для приготовления штукатурных и кладочных растворов, бетонов, стяжек под линолеум, для устройства бесшовных полов и искусственного мрамора.

Эстрих-гипс получают обжигом природного гипсового камня или ангидрита при температуре 900...1000 °С с последующим тонким измельчением. При обжиге происходит не только полное обезвоживание, но и частичное разложение ангидрита с образованием CaO (до 5 %). При смешивании вяжущего с водой оксид кальция CaO действует как катализатор твердения. Эстрих-гипс применяют для штукатурных и кладочных растворов, изготовления искусственного мрамора, устройства мозаичных полов. Изделия из высокообжиговых ангидритовых вяжущих прочны (до 20 МПа), мало тепло- и звукопроводны, по сравнению с изделиями из строительного гипса более морозо- и водостойки, менее ползучи, хорошо сопротивляются истиранию.

Ганч и гажа — среднеазиатское и закавказское названия гипсосодержащих вяжущих веществ. Их получают обжигом при температуре 170 °С и выше и последующим помолом местных камневидных пород, содержащих гипс (20...60 %) и глину (80...40 %). Вяжущее — порошок белого цвета — с водой образует пластичное тесто, которое легко формуется, сравнительно быстро схватывается и твердеет. С давних пор ганч и гажа известны как материалы для штукатурки, скульптуры, объемно-пластического декора — резьбы и отливок различных деталей. Во влажном состоянии ганч и гажа легко режутся, дают возможность разнообразной и мельчайшей проработки рельефа (низкого и высокого). Резные ганч и гажа имеют белую матовую приятную для глаза поверхность. Сухая поверхность их служит хорошим основанием для росписи.

Производство. Воздушная известь (ГОСТ 9179—77) — одно из древнейших вяжущих, широко применяемых в строительстве и промышленности. Известь — продукт умеренного обжига кальциевых и кальциево-магниевых карбонатных пород до возможно полного удаления углекислого газа.

Сырьем для получения извести являются распространенные осадочные горные породы — известняки, доломиты, мел, доломитизированные известняки, содержащие не более 6...8 % глины. Преобладает в сырье карбонат кальция $CaCO_3$, в небольшом количестве содержатся карбонат магния $MgCO_3$ и некоторые примеси. Сырье обжигают при температуре 900...1200 °C:



$$CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2\uparrow;$$



$$MgCO_3 \rightleftarrows MgO + CO_2\uparrow$$

Куски сырья размером 10...20 см обжигают в шахтных печах; обжиг мелких кусков ведут во вращающихся печах; порошок обжигают в установках — реакторах — в «кипящем слое».

Наиболее часто для обжига извести применяют шахтную печь (рис. 10). Она имеет шахту, загрузочное и выгрузочное устройства, воздухоподводящую и газоотводящую аппаратуру. Куски сырья загружают в шахту сверху; по мере выгрузки извести материал движется вниз, навстречу ему пробивается пламя и просачиваются горячие газы. В печи сверху сырье подогревается, подсушивается, в середине — обжигается, а внизу — охлаждается. Топливо (антрацит, кокс) в печь загружают слоями вперемежку с кусками обжигаемого материала, поэтому известь перемешивается с золой.

На газовом топливе шахтные печи выдают «чистую» известь, при этом экономят кокс и другое топливо. Расход топлива в шахтных печах сравнительно невысок — примерно 15 % от массы обожженной извести, или 4500 кДж на 1 кг CaO. Движение воздуха и газов в печи

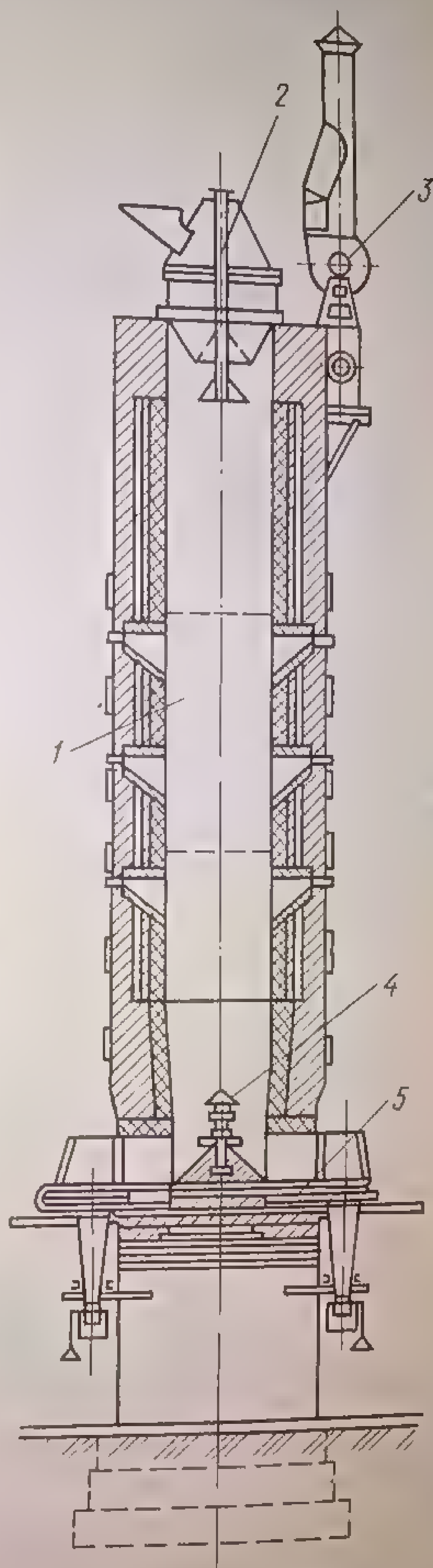


Рис. 10. Шахтная печь для обжига извести:

1 — шахта, *2* — загрузочный механизм, *3* — дымосос, *4* — гребень для подачи воздуха, *5* — разгрузочный механизм

обеспечивается вентиляторами, нагнетающими в печь воздух и отсасывающими из нее смесь дыма и углекислого газа.

Углекислый газ составляет 44 % массы $CaCO_3$, поэтому в результате обжига (декарбонизации) известняка образуются пористые, легкие куски **негашеной комовой извести**, активно реагирующей с водой.

Неравномерность обжига сырья приводит к образованию в извести недожога и пережога. Недожог получается при недостаточной (низкой) температуре обжига, когда сырье остается с неразложившимся $CaCO_3$, он не обладает вяжущими свойствами, является балластом, снижающим выход и качество извести. Пережог образуется в результате сплавления CaO с примесями кремнезема и глинозема при слишком высокой температуре обжига сырья. Зерна пережога медленно гасятся; увеличиваясь в объеме, они не только вызывают трещины, но и разрушение швов кладки и слоя штукатурки.

После выхода из печи комовую известь, как правило, гасят водой. Известь легко соединяется с водой, в результате происходит реакция гидратации:



$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 65{,}5 \text{ кДж}$$

Реакция начинается при обычной температуре, но вскоре сопровождается выделением большого количества теплоты. При этом известь сильно разогревается, а вода может даже закипеть (поэтому негашеную известь часто называют кипелкой). При массовом производстве известь гасят на специализированных растворных заводах в известегасильных машинах. Часто гашение совмещается с мокрым помолом непогасившихся частиц, что не только увеличивает выход извести, но и улучшает ее качество.

На стройке известь гасят в ящиках-творилах, заполняемых комовой известью на $^1/_3$ их высоты, это связано с тем, что при гашении известь сильно увеличивается в объеме. Чтобы не допустить перегрева извести и кипения воды, быстрогасящуюся известь сразу заливают большим количеством воды, медленногасящуюся — небольшими порциями, чтобы известь не охладилась и не «замерла».

После гашения жидкое известковое тесто через сетку сливают в известегасильную яму, где завершается гашение. В яме известковое тесто выдерживают не менее двух недель. Чем дольше тесто находится в яме, тем выше его качество. Недопустимо сразу применять известковое тесто, содержащее непогасившиеся зерна более 0,6 мм.

Известь воздушная — едкая щелочь, работать с ней нужно осторожно.

Реакция соединения извести с водой во время гашения протекает очень энергично, бурно. Пар разрывает куски извести. Разлетающиеся при гашении частицы извести и брызги горячей воды весьма опасны для окружающих, поэтому работающие на гашении

извести обязаны пользоваться защитными очками и респираторами, должны быть в плотно застегнутых комбинезонах, головных уборах, резиновых сапогах и рукавицах.

При нормальном гашении известь в 2,5...3,5 раза увеличивается в объеме, куски распадаются на мельчайшие частицы (до 0,001 мм), образуя с водой пластичное тесто. Теоретически для полного гашения CaO в $Ca(OH)_2$ требуется 32,1 % воды (по массе), практически воды берут в 2...3 раза больше, так как часть воды испаряется.

В зависимости от количества воды, взятой для гашения, получают: *гидратную известь* (ее иногда называют пушонкой) — воды берут 50...70 % от массы извести, т. е. в количестве, необходимом для процесса гашения; *известковое тесто* — воды берут в три-четыре раза больше, чем извести; *известковое молоко* — воды берут в восемь — десять раз больше, чем требуется теоретически

Твердение. Известковое тесто состоит из насыщенного водного раствора $Ca(OH)_2$ и нерастворившихся мельчайших частиц извести. В дальнейшем часть воды испаряется, а раствор становится пересыщенным, из него выпадают кристаллы, соединяющие отдельные частицы в сросток. С достатком воды известковое тесто долго сохраняется в пластичном состоянии, т. е. у извести нет ни начала, ни конца схватывания. Затвердевшее известковое тесто при перемешивании с водой вновь переходит в пластичное состояние, следовательно, известь — неводостойкое вяжущее. При длительном твердении (годами, десятилетиями) известь переходит в прочный и относительно водостойкий камень (в швах кладки и в слоях старой штукатурки). На воздухе известь твердеет, вступая в реакцию с углекислым газом:



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

В результате твердения образуется довольно прочный и стойкий в воде карбонат кальция $CaCO_3$. Этот процесс называется карбонизацией, он протекает весьма медленно и долго. При карбонизации выделяется вода, поэтому каменную кладку и штукатурку на известковых растворах подвергают сушке. Сушка ускоряет процессы твердения известкового раствора. Для ускорения твердения к извести добавляют гипсовые вяжущие, цемент и гидравлические добавки; это повышает водостойкость и прочность известковых растворов.

Для повышения водостойкости к извести с давних пор добавляли порошок толченого кирпича, т. е. вводили гидравлическую добавку. В настоящее время к извести добавляют молотую пемзу, вулканический пепел, золу ТЭЦ, молотый доменный шлак и др. Эти добавки состоят в основном их активных аморфных кремнезема SiO_2 и глинозема Al_2O_3. В присутствии воды они образуют с известью нерастворимые в воде гидросиликаты и гидроалюминаты кальция: $Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O = CaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$. При

Таблица 3. Характеристика воздушной извести

Показатели	Сорта извести без добавок				
	негашеной			гидратной	
	I	II	III	I	II
Содержание активных $CaO + MgO$ в пересчете на сухое вещество, %, не менее	90	80	70	67	60
Содержание CO_2, %, не более	3	5	7	3	5
Содержание непогасившихся зерен, %, не более	7	11	14	—	—
Влажность извести, %, не более	—	—	—	5	5

твердении известковое тесто сильно уменьшается в объеме — дает усадку, поэтому известь применяют в смеси с заполнителями — песком, шлаком, керамзитовым песком, каменным отсевом и пр.

Свойства и применение. На строительство поставляют воздушную известь в виде негашеной комовой (кипелки), негашеной порошкообразной (молотой кипелки) и гашеной (гидратной) порошкообразной (пушонки).

Негашеная комовая известь — мелкопористые куски CaO размером 5...10 см, получаемые после обжига сырья, средняя плотность 1600...1700 кг/м^3. В зависимости от содержания оксида магния воздушную известь разделяют на кальциевую (70...90 % CaO и до 5 % MgO), магнезиальную (до 20 % MgO) и высокомагнезиальную или доломитовую (MgO от 20 до 40 %). Негашеную воздушную известь выпускают трех сортов (табл. 3). В зависимости от времени гашения извести всех сортов различают: быстрогасящуюся известь (время гашения до 8 мин); среднегасящуюся (до 25 мин), медленногасящуюся (свыше 25 мин).

Комовая негашеная известь - полуфабрикат для получения известкового теста, гидратной извести (пушонки) и молотой извести. Комовую известь перевозят навалом в закрытых вагонах и автомашинах. Хранят комовую известь на складе с деревянным полом, приподнятым над землей на 30 см.

Недопустимо попадание на известь воды, иначе она начнет гаситься, разогреется и вызовет пожар. Тушить пожар водой на складе извести запрещается.

Негашеную порошкообразную (молотую) известь получают помолом комовой извести в шаровых мельницах. В известь при измельчении часто вводят в количестве 10...20 % гидравлических добавок (шлак, зола). Как и комовую, молотую известь без добавок делят на три сорта, с добавками — на два; насыпная плотность 900...1100 кг/м^3. Степень измельчения извести характеризуют полными остатками на ситах № 02 и № 008, которые должны составлять соответственно не более 1,5 и 15 % от массы просеиваемой пробы.

При затворении водой молотая известь подобно гипсовым вяжущим образует пластичное тесто, а через 20...40 мин схватывается, так как вода затворения частично расходуется на гашение извести. При этом известковое тесто густеет, теряет пластичность и быстро твердеет. При оптимальном расходе воды известь во время твердения сохраняет объем. Строительные растворы и изделия из молотой извести (благодаря меньшему количеству свободной воды) менее пористы, более прочны и водостойки. Важно и то, что при гашении известь (а значит, и раствор) разогревается, что облегчает работу с ней зимой. Молотая известь не дает отходов. Перед приготовлением раствора известь не гасят, а засыпают непосредственно в растворосмеситель, где она гасится в процессе приготовления раствора.

Ускоряют твердение растворных смесей на молотой извести добавкой хлорида кальция, замедляют (в период схватывания) добавкой гипсового вяжущего, серной кислоты, ЛСТ. Хлорид кальция и гипсовое вяжущее повышают прочность раствора; замедлители твердения предохраняют штукатурку от появления на ней трещин. Время твердения раствора регулируют количеством воды затворения (увеличение количества воды приводит к замедлению, а уменьшение — к ускорению твердения раствора).

Плохо то, что порошкообразная негашеная известь, быстро соединяясь с водой и влагой воздуха, теряет качество (портится), превращаясь в гидратную известь. Поэтому известь перевозят на дальние расстояния в герметически закрытых контейнерах или многослойных бумажных мешках. Хранят ее в сухом складе, в мешках — не более 25 сут, в контейнерах — неограниченно.

Известковая пыль очень вредна для человека, поэтому все работы с известью должны быть механизированы, а помещения, где готовят растворы, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Концентрация известковой пыли в воздухе не должна превышать 2 мг/м^3. Работающие с молотой известью обеспечиваются пылезащитной одеждой, головным убором, рукавицами, респираторами и защитными очками. Молотую известь предохраняют от случайного попадания на нее воды, так как из-за бурного выделения теплоты и вскипания воды возможен опасный выброс порошка извести.

Молотую известь применяют в растворах для надземной кладки и штукатурки, для производства известковых вяжущих и красок, в качестве добавки к растворам для ускорения твердения (особенно зимой), для отделочных известково-гипсовых растворов. Молотую известь с активными минеральными добавками применяют в штукатурных растворах для подземной части зданий и в растворах, твердеющих во влажных условиях.

Гидратная известь (пушонка) — гашеная известь в виде белого порошка заводского изготовления. Гасят известь в пушонку в аппаратах — гидраторах, в которых выделяющиеся теплота и водяной пар используются для превращения комовой извести в тонкий рыхлый порошок. Крупные непогасившиеся частицы отсе-

пляют. Влажность гидратной извести должна быть не более 5%, насыпная плотность — 400...450 кг/м³. Дисперсность извести характеризуют остатками на ситах № 063 и № 008, которые дожны быть соответственно не более 2 и 10%. Выпускают двух сортов (см. табл. 3).

Хранят известь в силосах или бункерах; перевозят в цементовозах, контейнерах, бумажных мешках или навалом.

Применяют гидратную известь для производства известково-шлаковых и других вяжущих веществ, получения известковых красок и в качестве разбавителя в цветных растворах, приготовления кладочных и штукатурных растворов, предназначенных для надземной части зданий.

Известковое тесто — паста плотностью 1300...1400 кг/м³ — образуется при гашении комовой извести избыточным количеством воды. Нормально гашеная известь, которая увеличилась в объеме не менее чем в 3 раза, называется жирной, известь, увеличившаяся при гашении в объеме менее чем в 2,5 раза, называется тощей. Чем меньше в известковом тесте непогасившихся частиц, тем выше его качество. Чем жирнее и чище от примесей известковое тесто, тем оно больше присоединяет к себе песка при приготовлении растворов. Перевозят известковое тесто (и молоко) в автоцистернах.

Строительную воздушную известь применяют не только для приготовления кладочных и штукатурных растворов, но также для приготовления бетонов низких марок, работающих в сухих условиях, для производства силикатного кирпича, ячеистых изделий автоклавного твердения, известковых красок, смешанных гидравлических вяжущих и других материалов.

§ 11. СТРОИТЕЛЬНАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ИЗВЕСТЬ И ИЗВЕСТЕСОДЕРЖАЩИЕ ВЯЖУЩИЕ

Строительная гидравлическая известь (ГОСТ 9179—77) — вяжущее, получаемое в результате умеренного обжига при температуре 900...1100 °С мергелистых известняков с содержанием в них глины и песчаных примесей от 6 до 20%. В результате обжига образуется не только свободная известь CaO, но и ее химические соединения с оксидами глины — силикаты, алюминаты и ферриты кальция, способные твердеть не только на воздухе, но и в воде.

Известь выпускают в виде тонкоизмельченного порошка плотностью 2,5...2,9 г/см³, при просеивании которого остаток на сите № 008 не должен превышать 10%. Характеристикой сырья и готовой извести является гидравлический модуль *m* — отношение содержания оксида кальция к суммарному содержанию диоксида кремния, оксида алюминия и оксида железа. Для гидравлической извести этот модуль колеблется в широких пределах 1,7...9. Стандарт различает известь слабогидравлическую ($m = 4,5...9$) и известь сильногидравлическую ($m = 1,7...4,5$). Если продукт обжига имеет гидравлический модуль более 9, то его считают воздушной из-

стью, если же менее 1,7, то его относят к романцементу (m = 1,1...1,7).

Затворенная водой гидравлическая известь после предварительного твердения на воздухе продолжает твердеть в воде, при этом процессы воздушного твердения сочетаются с гидравлическими. Гидрат оксида кальция $Ca(OH)_2$ при испарении воды постепенно кристаллизуется, а под действием углекислоты воздуха карбонизируется. В результате гидратации силикатов, алюминатов и ферритов кальция образуются гидросиликаты, гидроалюминаты и гидроферриты кальция, они почти не растворяются в воде и обеспечивают гидравлическое твердение извести.

Продукт обжига не только измельчают, но его также гасят в пушонку. Гидравлическая известь, смоченная водой, гасится и рассыпается в порошок, а залитая водой образует тесто, которое, начав твердеть на воздухе, продолжает твердеть в воде. Тесто гидравлической извести употребляют в дело сразу после приготовления, хранить его дольше суток нельзя, так как оно затвердеет.

Обычную гидравлическую известь применяют для приготовления штукатурных и кладочных растворов, а высококачественную — в бетонах низких марок и шлакобетоне как в сухой, так и во влажной среде. Растворные смеси на гидравлической извести менее пластичны и подвижны, чем растворы на воздушной извести. Зато твердеют они быстрее и равномерно, получаются плотными, водо- и морозостойкими, предел прочности при сжатии их достигает 5 МПа. Растворы и бетоны на гидравлической извести после укладки их в дело необходимо выдержать в воздушно-влажной среде около двух недель и только после этого помещать в воду.

На строительство гидравлическую известь в виде готового порошка доставляют в цементовозах, контейнерах, в бумажных битуминизированных или многослойных мешках. Доставленную на стройку комовую гидравлическую известь гасят на месте в известегасилках, в которых гашение совмещается с помолом, в противном случае при гашении в творилах образуется много отходов в виде непогасившихся частиц.

Известесодержащие вяжущие получают на основе воздушной и гидравлической извести и активных минеральных добавок. Это малопрочные местные вяжущие материалы, которые называют также смешанными. Вяжущие вполне пригодны для получения строительных растворов и малопрочных бетонов, так как заменяют ценные гидравлические вяжущие материалы (цементы).

Известково-пуццолановые вяжущие — гидравлические материалы, получаемые совместным помолом негашеной извести (10... 30 %), активных минеральных добавок (85...70 %) и природного гипса до 5 %. Добавками служат горные породы, содержащие активный кремнезем: диатомит, трепел, пемза, туф, вулканический пепел и др. Твердение этих вяжущих обусловлено взаимодействием гидроксида кальция с активным кремнеземом добавки с образованием гидросиликатов кальция. Известково-пуццолановые вяжущие

твердеют медленно, интенсивность твердения ускоряется при повышенной влажности и температуре 80...100° С (пропаривание). У них большая водопотребность и низкая воздухостойкость, ее повышают заменой воздушной извести гидравлической, добавками гипса, хлоридов кальция или натрия. Эти вяжущие характеризуются низкой морозостойкостью и сравнительно невысокой прочностью. Марки по прочности: 50, 100, 150, 200. Рекомендуются для кладочных и штукатурных растворов и бетонов низких марок в подземных или подводных сооружениях, для производства изделий с применением тепловлажностной и автоклавной обработки.

Известково-шлаковые цементы — гидравлические вяжущие, получаемые совместным помолом извести (10...30 %), доменного гранулированного шлака (85...70 %) и природного гипса (до 5 %). Марки по прочности: 50, 100, 150 и 200. Прочность цемента резко возрастает при автоклавной обработке и достигает активности цементов высоких марок. Это объясняется сильной реакционной способностью шлаковых минералов в условиях высокого давления пара и температуры до 200 °С. Известково-шлаковые цементы применяют для приготовления кладочных и штукатурных растворов и бетонов марок не выше 200, а также для производства бетонных изделий при автоклавной обработке.

§ 12. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ

Общие сведения. Из всех вяжущих веществ важнейшим является портландцемент — один из основных строительных материалов, без которого невозможно получить бетон, железобетонные конструкции, высокопрочные растворы для каменных кладок и штукатурок.

Портландцемент получили практически одновременно (1824—1825 гг.) и независимо друг от друга Егор Челиев в России и Джозеф Аспдин в Англии путем высокотемпературного обжига до спекания смеси известняка и глины. Благодаря свойствам и высокому качеству портландцемент быстро завоевал признание и широкое применение во всем мире.

Портландцемент (ГОСТ 10178—85) — тонкодисперсное гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе, обладающее высокими водостойкостью и прочностью. Его получают тонким совместным измельчением портландцементного клинкера и необходимого количества природного гипса. Цементный клинкер в виде зерен размером 10...50 мм получают обжигом до спекания сырьевой смеси, обеспечивающей в портландцементе преобладание силикатов кальция. При измельчении для регулирования сроков схватывания цемента к клинкеру добавляют 1,5...3,5 % гипса от массы цемента в пересчете на ангидрид серной кислоты SO_3.

Выпускают портландцемент без добавок и с активными минеральными добавками в количестве до 15 % от массы цемента. Свойства и качество портландцемента зависят от качества цемент-

ного клинкера, а вводимые в цемент добавки лишь регулируют его свойства. Качество клинкера зависит от тщательности подготовки сырья, условий обжига, режима охлаждения, от его химического и минерального состава.

Химический состав клинкера характеризуется содержанием главных оксидов (% по массе): CaO — 62...68; SiO_2 — 21...24; Al_2O_3 — 4...8; Fe_2O_3 — 2...5; их суммарное количество составляет 95...98 %. В незначительных количествах в клинкере также присутствуют MgO, Na_2O, K_2O, SO_3, TiO_2, Cr_2O_3, P_2O_5. В процессе обжига до спекания главные оксиды образуют клинкерные минералы кристаллической структуры, а некоторые из них входят в стекловидную фазу.

Минеральный состав клинкера определяется содержанием искусственных минералов — алита, белита, трехкальциевого алюмината и четырехкальциевого алюмоферрита.

Алит — трехкальциевый силикат $3CaO \cdot SiO_2$ (или сокращенно — C_3S) — содержится в количестве 45...65 %. Это самый важный минерал клинкера, определяющий время твердения, прочность и другие свойства портландцемента. Он твердеет быстро, выделяя большое количество теплоты, обладает самой высокой прочностью по сравнению с другими минералами клинкера.

Белит — двухкальциевый силикат $2CaO \cdot SiO_2$ (или C_2S) — содержится в количестве 20...35 %. Он медленно твердеет, но неуклонно наращивает прочность при длительном твердении цемента.

Трехкальциевый алюминат $3CaO \cdot Al_2O_3$ (или C_3A) содержится в количестве 4...12 %. Он очень быстро гидратируется и твердеет, выделяя большое количество теплоты, но имеет небольшую прочность; является причиной сульфатной коррозии бетона.

Четырехкальциевый алюмоферрит $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ (или C_4AF) содержится в количестве 10...20 %, по времени гидратации занимает промежуточное положение между алитом и белитом, обладает средней прочностью.

Производство. Сырье для производства портландцемента должно содержать 75...78 % $CaCO_3$ и 22...25 % глины. Таким составом обладает мергель — осадочная горная порода, представляющая собой тесную смесь известняка с глиной. Но мергель в природе встречается редко, поэтому чаще всего отдельно добываемые известняк и глину смешивают в соотношении 3:1 (мас. ч.). В сырьевую смесь вводят корректирующие добавки. Недостаток SiO_2 компенсируют введением диатомита, трепела, опоки; содержание оксидов железа увеличивают добавкой руды или колчеданных огарков.

В зависимости от способа приготовления смеси различают мокрый и сухой способ производства цемента. При *мокром способе* сырье смешивают и измельчают в присутствии воды и смесь в виде жидкого шлама, содержащего 40...50 % воды, обжигают во вращающихся печах. При *сухом способе* сырьевые материалы смешивают, измельчают и обжигают в сухом виде. Есть и *комби-*

нированный способ подготовки смеси: сначала смесь подготавливают по мокрому способу, потом шлам обезвоживают, из него делают гранулы, обжигаемые по сухому способу. Высокая однородность смеси достигается мокрым способом. При сухом способе затраты топлива на обжиг в два раза ниже, чем при мокром. В настоящее время наиболее распространен сухой способ производства цемента.

Добытое в карьерах сырье дробят и тонко измельчают в шаровых мельницах. Жидкий шлам или сухую смесь корректируют по химическому составу и равномерно подают на обжиг во вращающуюся печь.

Вращающаяся печь (рис. 11) — стальной цилиндр в виде трубы длиной 150; 185 или 230 м, диаметром соответственно 4; 5 или 7 м. Печь, выполненная изнутри огнеупорами, установлена с уклоном 3...4°; она вращается вокруг своей оси со скоростью 0,5...1,4 об/мин. Шлам, подаваемый в печь с верхней стороны через питатель *2*, медленно передвигается к ее нижнему концу навстречу пламени.

Топливом являются пыль каменного угля, мазут или природный газ. Топливо вместе с воздухом через форсунку вдувается в печь, сгорает, создавая температуру обжига 1450 °С. Шлам, перемещаясь вдоль барабана печи, соприкасается с горячими газами, нагревается. При этом сначала шлам высыхает, превращается в комья, лишается механически связанной воды, а затем выгорают органические примеси и удаляется химически связанная вода.

При температуре 900 °С карбонат кальция разлагается: $CaCO_3 = CaO + CO_2\uparrow$. Дым и другие продукты горения вместе с углекислым газом удаляются из печи, а образовавшийся оксид кальция CaO при температуре около 1000 °С начинает реагировать с оксидами глины, образуя C_2S, C_3A и C_4AF

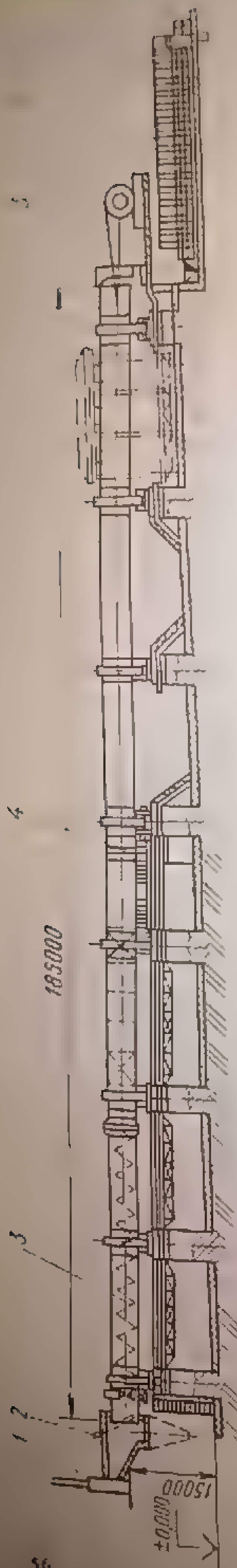


Рис. 11. Вращающаяся печь размером 5×185 м:
1 — дымосос, *2* — питатель для подачи шлама, *3* — корпус печи, *4* — привод, *5* — форсунка с вентилятором для вдувания в печь топлива, *6* — холодильник

При температуре 1300 °С часть материалов плавится. В расплаве растворяются CaO и C_2S, в результате чего становится возможной реакция клинкерообразования. При температуре 1300...1450 °С в зоне спекания печи образуется трехкальциевый силикат C_3S — главный минерал цементного клинкера.

Гранулы клинкера в раскаленном виде поступают в холодильник, где резко охлаждаются холодным воздухом. Еще горячий клинкер (100...150° С) поступает на склад для окончательного охлаждения и вылеживания. Для получения портландцемента клинкер измельчают в трубных или шаровых мельницах с гипсом и другими добавками. Высокая тонкость измельчения клинкера с добавками — необходимое условие проявления вяжущих свойств цемента.

Готовый портладцемент фасуют по 50 кг в многослойные бумажные мешки или загружают навалом в специально оборудованные транспортные средства

Свойства. *Истинная плотность* портландцемента — 2,9...3,2 г/см^3; в насыпном состоянии — 960...1200 кг/м^3 в уплотненном — 1600...1850 кг/м^3.

Тонкость помола цемента характеризуется его удельной поверхностью (2500...3000 см^2/г) и количеством цемента, проходящим через сито № 008 (должно проходить не менее 85 % просеиваемой пробы).

Портландцемент, затворенный водой, образует пластичное цементное тесто.

Водопотребность цемента сравнительно невелика. Нормальная густота цементного теста, когда пестик стандартного прибора не доходит до пластинки на 5...7 мм, составляет 22...28 % от массы цемента. Повышение водопотребности плохо сказывается на свойствах цемента: уменьшаются прочность и морозостойкость, увеличиваются усадочные деформации и пр. Снижают водопотребность цемента добавки — пластификаторы.

Сроки схватывания портландцемента нормированы: начало должно наступать не ранее 45 мин, конец — не позднее 10 ч с момента затворения водой. Эти показатели определяют при температуре 20° С, при этом используют тесто нормальной густоты.

Прочность портландцемента характеризуют м а р к о й, которую устанавливают по пределу прочности при сжатии и изгибе образцов-балочек размером 40 × 40 × 160 мм, испытанных в возрасте 28 сут твердения. Балочки изготовляют из цементно-песчаного раствора состава 1:3 мас. ч. (цемент:нормальный песок) стандартной консистенции при водоцементном отношении В/Ц = 0,4. Образцы твердеют в формах на воздухе (над водой) в течение 1 сут и в воде комнатной температуры (без форм) 27 сут.

Промышленность выпускает портландцемент четырех марок:

Марка	400	500	550	600
Предел прочности, МПа, не менее:				
при изгибе	5,4	5,9	6,1	6,4
при сжатии	39,2	49	53,9	58,8

В паспорте на отгружаемый цемент цементный завод должен указывать не только марку, но и активность, т.е. фактическую прочность цемента на сжатие при пропаривании в возрасте 1 сут.

Тепловыделение при твердении цемента проходит длительное время, поэтому сильный разогрев бетона и раствора не происходит. Если же объем укладываемого в конструкцию бетона велик (например, при возведении плотин или массивных фундаментов), то разогрев достигает 80°, что опасно — бетон растрескивается, разрушается.

Равномерность изменения объема цемента при твердении — признак его высокого качества. Цемент при твердении на воздухе уменьшается в объеме — дает усадку; линейная воздушная усадка цемента достигает 1 мм/м. При твердении в воде, особенно в начале твердения, цемент увеличивается в объеме — набухает, линейное набухание его достигает 0,5 мм/м. В конце твердения цемент даже в воде уменьшается в объеме.

Равномерность изменения объема цемента проверяют на лепешках, изготовленных из цементного теста нормальной густоты и выдержанных до испытания на воздухе (над водой) в течение 24 ч. Лепешки не должны растрескиваться, осыпаться и деформироваться после пропаривания их в течение 3 ч. Неравномерность изменения объема цемента при твердении возникает от присутствия в нем пережженных свободных оксидов CaO и MgO, а также от избытка $CaSO_4$.

Твердение. При смешивании портландцемента с водой образуется пластичное, легко формуемое клейкое тесто, постепенно густеющее и переходящее в камневидное состояние.

Твердение цемента — сложный процесс, включающий ряд химических и физических явлений. При затворении минералы цемента реагируют с водой и дают различные новообразования. Процессы взаимодействия минералов с водой протекают одновременно, налагаются друг на друга. В свою очередь, новообразования взаимодействуют между собой и минералами цементного клинкера, образуют новые соотношения.

Для твердения портландцемента (и других вяжущих) характерны реакции гидратации (присоединения воды), которые идут без распада основного вещества или с его распадом — гидролизом.

Трехкальциевый силикат C_3S подвергается гидратации и гидролизу, при этом образуется гидросиликат кальция и гидроксид кальция:



$$2(3CaO \cdot SiO_2) + 6H_2O = 3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + 3Ca(OH)_2$$

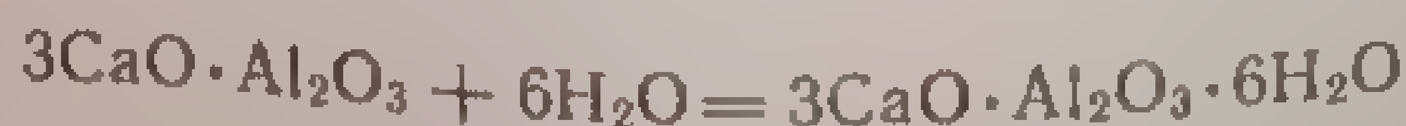
Эта реакция алита с водой протекает быстро, при этом образуется большое количество гидроксида кальция.

Двухкальциевый силикат C_2S также повергается гидратации и гидролизу, но медленно, с образованием меньшего количества гидроксида кальция:



$$2(2CaO \cdot SiO_2) + 4H_2O = 3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + Ca(OH)_2$$

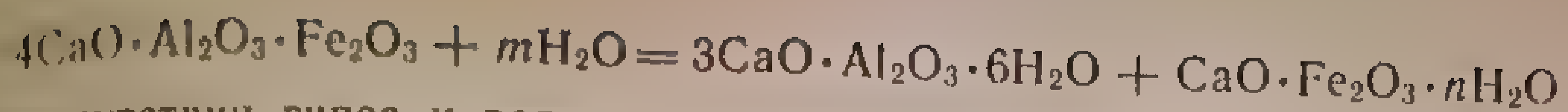
Трехкальциевый алюминат C_3A, самый активный минерал клинкера, быстро гидратируется по реакции:



$$3CaO \cdot Al_2O_3 + 6H_2O = 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$$

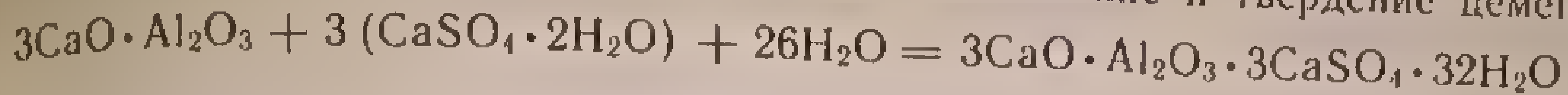
Быстрое схватывание и твердение C_3A замедляют природным гипсом, который вводят в цемент при помоле клинкера.

Четырехкальциевый алюмоферрит при взаимодействии с водой подвергается гидролизу и гидратации:



$$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + mH_2O = 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O + CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot nH_2O$$

В присутствии гипса и воды трехкальциевый алюминат образует эттрингит — гидросульфоалюминат кальция, замедляющий схватывание и твердение цемента:



$$3CaO \cdot Al_2O_3 + 3(CaSO_4 \cdot 2H_2O) + 26H_2O = 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$$

Механизм твердения цемента очень сложен. Химические реакции начинают протекать сразу после смешивания цемента с водой. Частицы портландцемента начинают растворяться, одновременно с этим совершаются гидратация и гидролиз продуктов растворения.

Первыми гидратными новообразованиями являются эттрингит и гидроксид кальция. Компоненты цемента растворяются слабо, медленно, образуется насыщенный раствор, заполняющий пространства между зернами. Затем образуются очень мелкие гидросиликаты, гидроалюминаты и гидроферриты кальция, практически нерастворимые в воде. Раствор становится перенасыщенным, быстро переходящий в коллоидное состояние. В виде мельчайших частиц из него выпадают гидратные соединения, образуется гель, обладающий клеящими свойствами.

В процессе дальнейшей гидратации в цементном тесте уменьшается количество свободной воды, клейкость геля увеличивается. Тесто густеет, происходит его схватывание. Затем новообразования начинают кристаллизоваться. Образующиеся кристаллы сращиваются между собой, обрастают длинными игольчатыми кристаллами, в результате чего создается кристаллический сросток, т. е. наступает конец схватывания цемента. В дальнейшем цементный камень уплотняется за счет продолжающихся реакций взаимодействия между цементом и водой, частичного обезвоживания и дальнейшей кристаллизации.

При твердении цемента на воздухе цементный камень дополнительно упрочняется в результате карбонизации гидроксида кальция: $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$. Затвердевший цементный камень представляет собой весьма прочный кристаллический каркас, заполненный гелем, внутри которого находятся не затронутые реакцией внутренние слои цементных зерен. Поры в цементном камне заполнены воздухом и капиллярной водой.

Из-за малой растворимости компонентов процесс твердения портландцемента протекает длительное время — годами. Однако нарастание прочности цемента с течением времени замедляется. Поэтому качество цемента принято оценивать по его прочности, набираемой через 28 сут твердения.

Схватывание и твердение портландцемента зависят от ряда факторов: химического и минерального состава клинкера, содержания добавок, тонкости помола, температуры и влажности окружающей среды и пр. Понижение температуры от 20° до 5 °С замедляет твердение цемента почти в три раза; повышение температуры до 80 °С ускоряет гидратацию в шесть раз. Цемент нормально твердеет лишь при достаточной влажности среды; повышение температуры не должно сопровождаться высушиванием. Ускорение процессов твердения портландцемента при тепловой обработке — запаривании, пропаривании, электропрогреве — позволяет получать в короткий срок бетонные и железобетонные изделия требуемой отпускной прочности.

Стойкость цементного камня. Среди компонентов бетона и раствора наиболее подвержен коррозии цементный камень. Цементный камень бетона и раствора должен быть коррозионно-, морозо- и атмосферостойким.

Коррозия — процесс полного или частичного разрушения материала под влиянием различных агрессивных воздействий. Если вода, растворы солей или кислот просачиваются сквозь цементный камень, он постепенно разрушается, что приводит к разрушению цементных бетонов и растворов. Различают несколько видов коррозии цементного камня. Одним из них является в ы щ е л а ч и в а н и е — вымывание при фильтрации пресной воды гидроксида кальция $Ca(OH)_2$ из цементного камня, чем больше вымывается $Ca(OH)_2$, тем более пористым становятся бетон и раствор. Процесс выщелачивания продолжается до полного разрушения материала. Стойкость цементного камня против выщелачивания увеличивают, добавляя активные минеральные добавки. Они связывают $Ca(OH)_2$ в нерастворимые в воде гидросиликаты и гидроалюминаты кальция.

Особенно опасны для бетонов и растворов водные растворы сульфата кальция $CaSO_4$. Соединяясь с гидроалюминатом кальция, сульфат кальция образует эттрингит $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$ — гидросульфоалюминат кальция, объем которого

за счет значительного содержания кристаллизационной воды в 2,5 раза превышает объем гидроалюмината, что и вызывает сульфатную коррозию — разрушение затвердевшего цементного камня. Предотвращают коррозию цементного камня правильным выбором вида цемента и путем гидроизоляции бетонов и растворов от фильтрации через них агрессивной воды.

§13. РАЗНОВИДНОСТИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ДРУГИЕ ЦЕМЕНТЫ

На основе портландцементного клинкера промышленность выпускает особые разновидности портландцемента, отличающиеся заданными специальными свойствами.

Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ) характерен быстрым нарастанием прочности в первые дни твердения. БТЦ получают тонким измельчением клинкера, содержащего активные минералы (%): C_3S — 50...55; C_3A — 5...10. Выпускают БТЦ марок 400 и 500; предел прочности при изгибе (в возрасте 3 сут) соответственно 3,9 и 4,4 МПа, при сжатии — 24,5 и 27,5 МПа, т. е. более половины его марочной (28 сут) прочности (40 и 50 МПа). Удельная поверхность цемента достигает 3500 см^2/г. Применяют БТЦ для изготовления сборного железобетона и монолитного бетона зимой. Под влиянием влаги воздуха БТЦ комкуется и быстро теряет свою активность, его не следует долго хранить.

Кроме БТЦ промышленность выпускает особобыстротвердеющий высокопрочный портландцемент (ОБТЦ) и сверхбыстротвердеющий цемент (СБТЦ).

Пластифицированный портландцемент получают путем введения при измельчении клинкера около 0,25 % ЛСТ, т. е. кальциевой или лигносульфоновой кислоты. Такой цемент придает растворным и бетонным смесям повышенную подвижность по сравнению с обычным портландцементом при одинаковом расходе воды. Эффект пластификации используют для уменьшения воды в бетоне и растворе, повышения их плотности, морозостойкости и водонепроницаемости. При сохранении водоцементного отношения можно снизить расход цемента (до 15 %) без снижения качества бетона и раствора. Добавка ЛСТ, как и других гидрофильных ПАВ, поглощается на поверхности зерен цемента и образует гидрофильные пленки, способствующие хорошему смачиванию частиц водой, уменьшению их сцепления и повышению пластичности цементного теста, растворной и бетонной смесей.

Гидрофобный портландцемент получают путем введения при измельчении клинкера 0,1...0,5 % мылонафта, асидола, синтетических жирных кислот, их кубовых остатков и других гидрофобизирующих добавок. Адсорбируясь на частицах цемента, эти вещества создают водонесмачиваемые оболочки, чем снижают его гигроскопичность, поэтому гидрофобный цемент при длительном хранении даже во влажных условиях не портится, не комкуется, сохраняет свою активность. Капля воды на поверхности цемента не впитывается в течение 5 мин. Если обычный портландцемент через 3...6 мес хранения в сухих условиях теряет более 30 % начальной прочности,

...гидрофобный не снижает своей активности в течение двух лет при хранении в сырых условиях. При перемешивании с водой гидрофобные оболочки на зернах цемента разрушаются, не мешают твердению, пластифицируют цемент.

Гидрофобный цемент улучшает структуру цементного камня, повышает его плотность, что приводит к повышению морозостойкости и водонепроницаемости растворов и бетонов, снижает образование высолов на штукатурке. Гидрофобный и пластифицированный цементы выпускают тех же марок, что и обычный портландцемент. Обычный цемент, брошенный в сосуд с водой, тонет, а гидрофобный распределяется по поверхности воды в виде пленки.

Белый портландцемент (ГОСТ 965—78) — вяжущее вещество, твердеющее на воздухе и в воде, получаемое измельчением белого маложелезистого клинкера, минеральных добавок и гипса. Выпускают марок 400 и 500. По степени белизны белый портландцемент подразделяют на три сорта: 1, 2, 3-й с коэффициентом отражения соответственно не менее 80, 75; 68 %. Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 45 мин, конец — не позднее, чем через 12 ч после затворения водой. Тонкость помола: через сито с сеткой № 008 должно проходить не менее 88 % массы просеиваемой пробы цемента. Белый портландцемент применяют для архитектурно-отделочных работ, а также в качестве связующего при приготовлении малярных составов. На его основе при тщательном смешивании или совместном помоле со щелочестойкими пигментами получают цветные портландцементы.

Цветной портландцемент (ГОСТ 15825—80) — вяжущее вещество, твердеющее на воздухе и в воде, получаемое путем совместного тонкого измельчения белого или цветного клинкера (не менее 80 %), минеральных (не более 15 %) и органических красителей, гипса и активной минеральной добавки (не более 6 %). Органические пигменты вводят в количестве не более 0,5 % от массы цемента. Красящие добавки должны быть свето- и щелочестойкими. Для производства цветных портландцементов обычно используют клинкер белого портландцемента или цветной клинкер, а также отбеленные клинкеры с пониженным содержанием оксидов железа и марганца.

Цветные портландцементы получают также, вводя в процессе приготовления в сырьевую смесь оксиды некоторых металлов (0,05...1 %). Эффективное окрашивание дают оксиды хрома (желто-зеленый цвет), марганца (голубой и бархатно-черный), кобальта (коричневый). При этом получают окрашенные клинкеры редких цветов, трудно достигаемых при изготовлении цветных портландцементов смешиванием с пигментами.

Цветной портландцемент выпускают марок 300, 400, 500 желтого, розового, красного, коричневого, зеленого, голубого и черного цветов. Начало схватывания цемента должно наступать не ранее чем через 45 мин, а конец схватывания — не позднее 12 ч от начала затворения. Тонкость помола: при просеивании через сито с сеткой № 008 должно проходить не менее 90 % от массы пробы. Приме-

няют цветной портландцемент для архитектурно-отделочных работ, а также в качестве связующего при приготовлении малярных составов, для индустриальной отделки стеновых панелей, подоконников, лестничных ступеней, в дорожных работах.

Шлакопортландцемент (ГОСТ 10178—85) получают тонким измельчением портландцементного клинкера (79...20 %), природного гипса (до 5 %) и доменного гранулированного (быстроохлажденного) шлака (21...80 %). Доменные шлаки — массовые побочные продукты при выплавке чугуна; их химический состав близок составу клинкера; электротермофосфатные шлаки применяют наравне с доменными, так как их химический состав почти одинаков. Самостоятельно шлаки не твердеют, но в присутствии портландцемента и гипса они проявляют вяжущие свойства. По сравнению с портландцементом шлакопортландцемент более стоек в мягких и минерализованных водах, более жаростоек, интенсивно твердеет при тепловлажностной обработке, но медленно схватывается и твердеет при пониженных температурах, менее морозостоек. Марки шлакопортландцемента: 300, 400 и 500.

Шлакопортландцемент экономически выгоднее портландцемента. Кроме обычного выпускают также быстротвердеющий и сульфатостойкий шлакопортландцементы. Шлакопортландцемент применяют для бетонных и железобетонных надземных, подземных и подводных конструкций, для сборных конструкций с использованием тепловлажностной обработки, для приготовления кладочных и штукатурных растворов. Недопустимо применять цемент для бетона и раствора, от которых требуется повышенная морозостойкость, для работ при пониженных температурах без искусственного обогрева, а также в сухую и жаркую погоду без соблюдения влажностного режима твердения.

Пуццолановый портландцемент получают путем совместного помола или раздельного помола и последующего смешивания клинкера портландцемента (75...60 %), активной минеральной добавки (20...40 %) и небольшого количества природного гипса. Активными минеральными добавками являются вулканические пеплы (пуццоланы) и туфы, пемзы, диатомит, опока, трепел, зола ТЭЦ и др. Активные добавки связывают образующийся при твердении цемента гидроксид кальция $Ca(OH)_2$ в нерастворимые в воде гидросиликаты кальция, благодаря чему повышаются коррозионная стойкость и водостойкость цементного камня, бетона и раствора. Выпускают цемент марок 300 и 400. Тонкость помола и сроки схватывания пуццоланового портландцемента такие же, что и у обычного портландцемента.

При твердении пуццолановый портландцемент мало выделяет теплоты, поэтому медленно твердеет, особенно при пониженных температурах. По сравнению с портландцементом пуццолановые цементы менее морозо- и воздухостойки; бетоны и растворы на пуццолановом портландцементе имеют большую усадку, низкую стойкость к попеременному увлажнению и высыханию. Рост прочности этого цемента заметно замедляется при твердении его на

воздухе. Пониженная плотность пуццоланового портландцемента ($2,7...2,9$ г/см^3) приводит к увеличенному выходу из него цементного теста и более высокую водонепроницаемость бетонов и растворов на этом цементе.

Пуццолановый портландцемент рекомендуется применять для массивных бетонных конструкций, постоянно находящихся во влажных условиях (под водой, в земле), а также для надземных сооружений, находящихся в условиях повышенной влажности. Его не следует применять при зимних работах, а также для возведения сооружений, подвергающихся замораживанию и оттаиванию.

Цементы для строительных растворов (ГОСТ 25328—82) представляют собой как бы разбавленный активными и инертными добавками портландцемент. Их получают совместным помолом клинкера портландцемента и минеральных добавок (трепел, диатомит, опока, известняк, песок, шлак), взятых примерно в равных количествах или при соотношениях до 30 % клинкера и 70 % добавки. При измельчении могут вводиться пластификаторы. Получаемые таким путем цементы называют кладочными, их активность в среднем в 2...3 раза меньше активности портландцемента, но вполне достаточна для кладочных и штукатурных растворов. Марка их должна быть не ниже 200. Важно то, что выпуск цементов для строительных растворов дает экономию цементного клинкера — самой дорогой части цемента.

Глиноземистый цемент (ГОСТ 969—77) — быстротвердеющее и высокопрочное гидравлическое вяжущее, получаемое тонким измельчением специального клинкера. Этот цемент не является разновидностью портландцемента, он относится к специальным цементам. Клинкер глиноземистого цемента получают спеканием (1300 °С) или плавлением (1400 °С) сырьевой смеси, состоящей из известняка $CaCO_3$ и боксита $Al_2O_3 \cdot nH_2O$. Клинкер этого цемента трудно измельчается, но тонкость помола должна быть высокой (при просеивании через сито № 008 проходит не менее 90 % массы пробы). Водопотребность цемента 23...28 %. Начало схватывания наступает не ранее чем через 30 мин, конец схватывания — не позднее 12 ч с момента затворения.

Отличительные свойства глиноземистого цемента — необычно быстрое твердение, высокая прочность (если твердеет при умеренной температуре — не выше 25 °С). Через 5...6 ч твердения прочность достигает 30 % марочной, через сутки — 90 %. Марочную прочность глиноземистого цемента в отличие от портландцемента определяют не через 28, а через 3 сут после изготовления образцов. Выпускают цемент марок 400, 500 и 600. В связи с дефицитом боксита (алюминиевая руда) и трудностью помола клинкера глиноземистый цемент в 3...4 раза дороже портландцемента. Глиноземистый цемент нельзя применять для бетонирования массивных конструкций из-за сильного разогрева бетона, а также подвергать пропариванию и запариванию. Смешивать глиноземистый цемент и портландцемент нельзя — может наступить разрушение такого смешанного цемента при твердении.

Твердеет глиноземистый цемент по схеме:



$$2(CaO \cdot Al_2O_3) + 11H_2O = 2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8H_2O + 2Al(OH)_3$$

В продуктах твердения цемента нет $Ca(OH)_2$ и $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$; этим объясняется высокая коррозионная стойкость бетона на глиноземистом цементе в морской, сульфатной и углекислой водах. Сильные кислоты и концентрированные растворы щелочей разрушают глиноземистый цемент. Это вяжущее применяют в специальных сооружениях; при аварийных работах; при скоростном возведении железобетонных конструкций, особенно при пониженных температурах; для жаростойких бетонов и растворов; для бетонов и растворов, находящихся в минерализованных водах, для получения расширяющихся цементов.

Расширяющиеся и безусадочные цементы. При твердении цементы уменьшаются в объеме — дают усадку. В некоторых случаях требуется, чтобы цементы при твердении расширялись или хотя бы не давали усадки. Это нужно при заделке стыков сборных конструкций, при получении водонепроницаемых бетонных покрытий и плотных гидроизоляционных штукатурок. Разработано много видов расширяющихся и безусадочных цементов. Эффект расширения цемента при твердении основан на образовании в цементном камне гидросульфоалюминатов кальция, связывающих большое количество воды и за счет этого увеличивающих объем цементного камня, раствора и бетона.

Расширяющийся портландцемент получают совместным тонким измельчением портландцементного клинкера (58...63 %), глиноземистого клинкера (5...7 %), гипса (7...10 %) и активной минеральной добавки (23...28 %). Объемное расширение цемента 0,5...1 %. Расширяющийся портландцемент в условиях кратковременного пропаривания быстро твердеет, отличается высокой плотностью и водонепроницаемостью.

Водонепроницаемый расширяющийся цемент получают смешиванием глиноземистого цемента (70 %), гипса (20 %) и специально изготовленного молотого высокоосновного гидроалюмината кальция (10 %). Цемент является быстросхватывающимся и быстротвердеющим гидравлическим вяжущим; отличается увеличением объема при твердении, высокой плотностью и водонепроницаемостью. Впервые применен вместо свинца для зачеканки тюбингов Московского метрополитена.

Гипсоглиноземистый расширяющийся цемент (ГОСТ 11052—74) получают совместным тонким измельчением высокоглиноземистых клинкера или шлака и природного гипса (до 30 %) или смешиванием тех же раздельно измельченных материалов. Гипсоглиноземистый цемент — быстротвердеющее гидравлическое вяжущее, расширяющееся при твердении в воде (до 1 %) и безусадочное при твердении на воздухе. Применяют для гидроизоляционных штукатурок, заделки стыков сборных конструкций, для получения плотных бетонов в судостроении и возведении емкостей для хранения нефтепродуктов.

Жидкое стекло — коллоидный водный раствор растворимого силиката натрия $Na_2O \cdot mSiO_2$ (ГОСТ 13079—81*) или силиката калия $K_2O \cdot mSiO_2$ плотностью 1,3...1,5 г/см^3 при содержании воды 50...70 %. Величина m указывает на отношение числа молекул кремнезема к числу молекул щелочного оксида и называется силикатным модулем стекла. Для натриевого стекла m составляет 2,61...3,5, для калиевого — 3...4. Качество жидкого стекла характеризуют модулем m и плотностью. Чем выше модуль, тем выше качество жидкого стекла. Плотность характеризует концентрацию стекла.

Растворимый силикат натрия $Na_2O \cdot mSiO_2$ получают, сплавляя кварцевый песок SiO_2 с содой Na_2CO_3, а силикат калия $K_2O \cdot mSiO_2$ — сплавлением песка с поташом K_2CO_3. Стекло варят в стекловаренных печах при температуре 1400 °С. Когда разлитый расплав застывает, образуются прозрачные различных оттенков куски стекла, называемые силикат-глыбой. Раздробленные куски стекла растворяют в воде в автоклаве при температуре 120...150 °С и давлении пара 0,6...0,8 МПа. В результате получают жидкое натриевое или калиевое стекло.

Часто на строительство жидкое стекло поступает повышенной плотности, его на месте работы приходится разбавлять водой. Необходимое количество воды рассчитывают по формуле: $V_в = V_н(\rho_н - \rho_т)/(\rho_т - 1000)$, где $V_в$ — количество воды, которое надо добавить в раствор, л, $V_н$ — начальный объем жидкого стекла, л; $\rho_н$ и $\rho_т$ — начальная и требуемая плотности жидкого стекла по ареометру, кг/м^3.

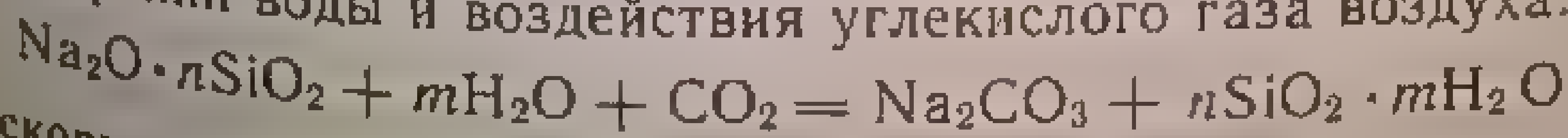
Пример. Имеется 10 л раствора жидкого стекла плотностью 1500 кг/м^3. Нужно получить раствор плотностью 1370 кг/м^3. Требуется определить количество воды, которое надо добавить в раствор. Количество добавляемой воды равно: $V_в = 10(1500 - 1370)/(1370 - 1000) = 3,52$ л.

По этой же формуле рассчитывают количество воды, добавляемой в другие материалы.

Жидкое стекло перевозят в бочках, хранят в закрытых отапливаемых складах.

В строительстве обычно применяют натриевое жидкое стекло плотностью 1300...1500 кг/м^3 и модулем 2,6...3. Его применяют для изготовления кислотоупорных и жароупорных бетонов, штукатурок, замазок, уплотнения грунтов. Калиевое жидкое стекло более дорогое; его применяют для изготовления силикатных красок, клеящих составов; оно не дает на штукатурке и окраске высолов, чем выгодно отличается от натриевого жидкого стекла.

Жидкое стекло — воздушное вяжущее, твердеет медленно — в результате слипания и уплотнения частиц свободного кремнезема при испарении воды и воздействия углекислого газа воздуха:



$$Na_2O \cdot nSiO_2 + mH_2O + CO_2 = Na_2CO_3 + nSiO_2 \cdot mH_2O$$

Ускорить процесс твердения и получить при этом водонерастворимые продукты можно добавкой фторосиликата натрия Na_2SiF_6. При взаимодействии жидкого стекла с фторосиликатом натрия образуется водонерастворимый фторид натрия NaF и гидроксид крем-

3—633

ния $SiO_2 \cdot nH_2O$. На этом основано твердение кислотоупорного цемента.

Кислотоупорный кварцевый цемент — тонкомолотый порошок, получаемый совместным помолом кислотоупорного материала (кварцевого песка, бештаунита или андезита) и фторосиликата натрия (4...14 %); допускается смешивать раздельно измельченные материалы. Вяжущими свойствами этот цемент не обладает. Его затворяют жидким стеклом (плотностью 1360...1380 кг/м^3 и модулем 2,8...3,0), которое и является вяжущим.

Кислотоупорный цемент быстро схватывается; начало схватывания наступает через 20...60 мин после затворения в зависимости от содержания в нем фторосиликата натрия. Твердеет цемент в воздушно-сухих условиях и при положительной температуре. Кислотоупорный кварцевый фторосиликатный цемент через 28 сут твердения должен иметь предел прочности при растяжении не менее 2 МПа. Работая с таким цементом, необходимо помнить, что фторосиликат натрия - ядовитое вещество, и строго соблюдать требования техники безопасности, не допускать попадания цемента на слизистые оболочки и дыхательные пути

Кислотоупорный цемент применяют для изготовления кислотостойких растворов, бетонов, замазок, обмазок, для футеровки химических аппаратов, устройства кислотостойких полов. Кислотоупорные растворы и бетоны, будучи стойкими в кислотах (кроме фосфорной, фтористоводородной и кремнефтористоводородной), теряют прочность в воде, а в едких щелочах разрушаются.

§ 15. ГИПСОЦЕМЕНТНО-ПУЦЦОЛАНОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ (ГЦПВ)

Вяжущие на основе клинкера портландцемента медленно схватываются и твердеют. Производство их сложно и дорого. В противоположность их гипсовые вяжущие, хотя и не водостойки, быстро схватываются и твердеют; производство их простое и дешевое. Получить смешанное вяжущее на основе портландцемента и гипса всегда было заманчиво. Но, начав твердеть, такое смешанное вяжущее вскоре разрушается в результате образования высокоосновного гидросульфоалюмината кальция, кристаллизующегося с большим количеством воды и значительным увеличением объема.

А. В. Волженский разработал смешанное вяжущее, обладающее достоинствами цемента, гипса и в значительной мере лишенное их недостатков, оно называется ГЦПВ — гипсоцементно-пуццолановое вяжущее. ГЦПВ — гидравлическое вяжущее, получаемое смешиванием гипсового вяжущего (50...70 %), портландцемента (15...25 %) и активной минеральной добавки (10...25 %) — диатомита, трепела и т. п. Активная пуццолановая добавка обеспечивает стабильность затвердевшего вяжущего, связывает гидроксид кальция $Ca(OH)_2$ в гидросиликаты кальция.

В твердеющей системе гипс — цемент в ее жидкой фазе свободной извести CaO оказывается мало, поэтому получается низкоосновный гидросульфоалюминат кальция без заметного увеличения

объема. Таким образом, активная добавка как бы снижает внутренние напряжения в цементном камне и обеспечивает устойчивость его структуры во времени, т. е. вяжущее твердеет нормально. Начало схватывания вяжущего наступает не ранее 4 мин, конец — не позднее 20 мин (как у гипса). Замедляют схватывание клееизвестковым замедлителем или ЛСТ. Они пластифицируют штукатурный раствор и снижают прочность его до 30 %.

ГЦПВ твердеет быстро — через 2...3 ч вяжущее набирает до 40 % марочной прочности. Изделия и конструкции на основе ГЦПВ для получения необходимой прочности в процессе твердения требуют систематического увлажнения. На ГЦПВ получают растворы прочностью на сжатие до 20 МПа, морозостойкость их Мрз 25...50, коэффициент размягчения 0,6...0,8, кислотостойкость выше цементных.

Водостойкость и морозостойкость растворов на ГЦПВ можно повысить полимерными добавками, например латексами синтетических каучуков. Они не только замедляют схватывание, но улучшают твердение вяжущего и раствора, замедляя испарение воды. Составы с полимерными добавками пригодны для отделки фасадов зданий. Если при изготовлении ГЦПВ применяют белый портландцемент, то можно получать светлые тона штукатурки без введения дорогих отбеливающих пигментов. ГЦПВ вызывает коррозию черных металлов. Поэтому набрызг и грунт по металлической сетке во избежание ее коррозии наносят цементным раствором. Основное применение ГЦПВ — заводское производство санитарно-технических кабин, стеновых панелей и других изделий. Перевозят и хранят ГЦПВ в бумажных мешках и контейнерах.

[illegible]

Для сообщения минеральным вяжущим материалам заданных свойств в их состав в процессе измельчения вводят различные добавки. Ряд добавок вводят непосредственно при приготовлении бетонной и растворной смеси.

По назначению добавки к вяжущим делят на следующие группы: активные минеральные; наполнители; поверхностно-активные; замедлители схватывания и ускорители твердения; противоморозные и специальные добавки.

Активные минеральные добавки — природные или искусственные материалы, которые в тонкоизмельченном виде при смешивании с гидратной известью и водой образуют тесто, твердеющее сначала на воздухе и способное затем продолжать твердеть в воде. Активность добавки характеризуют количеством извести, которую она поглощает из водного раствора за определенное время, либо временем (в часах), за которое добавка обеспечивает схватывание и образование водостойкого камня из теста на основе добавки и гидратной извести. Активные минеральные (гидравлические) добавки бывают природные и искусственные.

Природные добавки — это горные породы изверженного (вулканические пеплы — пуццоланы и туфы, пемза, трассы и др.) или осадочного происхождения (диатомиты, трепелы, опоки, глиежи). Главная составная часть их — активный кремнезем в аморфном состоянии.

Искусственные добавки — это доменные гранулированные шлаки, нефелиновый шлам, зола-унос, топливные шлаки, самовозгорающиеся в отвалах пустые шахтные породы, продукты обжига глины — глиинт, цемянка, керамзит, аглопорит и др.

Активные минеральные добавки применяют в качестве составной части смешанных вяжущих материалов — пуццоланового портландцемента, шлакопортландцемента и др. Они придают цементам водостойкость. В качестве наполнителя их вводят в бетонные и растворные смеси, что дает экономию цемента и обеспечивает получение более плотных и стойких против коррозии бетонов и растворов. Естественно, что активные минеральные добавки несколько снижают прочность цемента, бетона и раствора. Поэтому отдают предпочтение добавкам, обладающим высокой активностью и малой водопотребностью, при строгом соблюдении расчетных составов бетонов и растворов.

Добавки-наполнители к вяжущим материалам не обладают вяжущими свойствами, они слабо активны. Добавка наполнителя до 10 % массы вяжущего увеличивает его выход без ухудшения качества. Добавками-наполнителями являются молотые известняки, пески, глина, изверженные горные породы, доменные шлаки, золошлаковая смесь, топливные шлаки и золы

Добавки-замедлители схватывания и добавки-ускорители твердения вяжущего изменяют время превращения смеси вяжущего с водой и наполнителями в камень.

Добавками-замедлителями схватывания цементов являются природный гипс, слабый раствор серной кислоты, сернооксидное железо. Очень быстрое гашение извести сдерживают добавкой молотого природного гипса, кератиновым замедлителем, водным раствором животного клея и поверхностно-активными добавками. Быстрое схватывание гипсовых вяжущих замедляют добавкой поверхностно-активных веществ (до 0,3 % от массы гипса).

Добавками-ускорителями твердения цементов являются хлорид кальция $CaCl_2$, хлорид натрия $NaCl$, соляная кислота HCl, молотая негашеная известь CaO, поташ K_2CO_3, хлорид железа. Хлорид кальция бывает гранулированный, плавленый, жидкий; он корродирует сталь. Добавка безводного хлорида кальция не должна превышать 3 % и соляной кислоты 2 % от массы цемента; с соляной кислотой следует обращаться осторожно и строго соблюдать при этом правила техники безопасности. Не рекомендуется применять добавки-ускорители твердения вяжущих при оштукатуривании по металлической сетке, при отделке влажных помещений и поверхностей, на которых не допускаются высолы.

Поверхностно-активные добавки (ПАВ) бывают гидрофильно-пластифицирующие, гидрофобно-пластифицирующие и микропено-

образующие. Как правило, это вещества органического происхождения, растворимые в воде, на поверхности зерен цемента и продуктах гидратации образуют тонкие пленки, влияющие без ухудшения качества на свойства цемента и процессы его твердения. В современной технологии строительных растворов и бетонов широко используют поверхностно-активные добавки в количестве 0,05...0,3 % от массы цемента.

Гидрофильно-пластифицирующей добавкой являются ЛСТ (лигносульфонаты технические), которые улучшают смачивание частиц цемента водой, при этом ослабляются силы взаимного сцепления между частицами вяжущего, повышаются пластичность цементного теста и подвижность растворной и бетонной смеси

Гидрофобно-пластифицирующими добавками являются мылонафт, асидол, синтетические жирные кислоты и их соли и кремнийорганические жидкости. Мылонафт — натриевое мыло нафтеновых кислот. Синтетические жирные кислоты получают окислением парафина. Кремнийорганические жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11 — водно-спиртовые растворы метил- и этилсиликоната натрия, хорошо смешивающиеся с водой. В результате гидролиза этилдихлорсилана получается кремнийорганическая жидкость 141-36, применяемая в виде водной эмульсии.

Микропенообразующие добавки вызывают в растворной и бетонной смеси микропену — маленькие воздушные пузырьки; в результате их воздействия подвижность смеси значительно повышается. К добавкам-микропенообразователям относятся абиетат натрия (его получают омылением канифоли едким натром) и омыленный древесный пек — нейтрализованные щелочью смоляные кислоты древесного пека хвойных пород

Суперпластификаторы (С-3, КМ-30 и др.) — синтетические полимерные добавки — начали применять сравнительно недавно в технологии бетона и строительных растворов Эти добавки вводят в растворные и бетонные смеси в количестве 0,1...1,2 % массы цемента. Они оказывают повышенное пластифицирующее действие на бетонные и растворные смеси, улучшают структуру и повышают прочность и морозостойкость растворов и бетонов.

Добавками к кислотостойким растворам являются тонкомолотые горные породы — андезит, базальт, диабаз, гранит, а также природный пылевидный кварц и тонкомолотые кварц, фарфор и каменное литье. Кислотостойкость добавок должна быть не менее 96 %, тонкость помола, характеризуемая проходом через сито № 02, должна быть не менее 99,5 %.

Добавками-наполнителями к щелочестойким растворам служат тонкомолотые известняки и доломиты.

Добавки к жаростойким растворам — тонкомолотые хромитовая руда, активные минеральные добавки, андезит, диабаз, тальк, магнезит, шамот, полукислые огнеупоры. К растворам на жидком стекле и фторосиликате натрия пригодны все эти добавки, а на портландцементе — только хромитовая руда и шамот.

Противоморозными добавками, понижающими температуру за-

мерзания жидкой фазы растворных смесей, служат хлорид натрия NaCl совместно с хлоридом кальция $CaCl_2$ в количестве до 7,5 %, нитрит-натрия $NaNO_2$ до 10 % и поташ K_2CO_3 до 15 % массы цемента. Количество добавки устанавливает лаборатория в зависимости от вида раствора и температуры наружного воздуха.

§ 17. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа 1. Практическое изучение сырьевых материалов и минеральных вяжущих по образцам

Цель: изучить по внешним признакам основные виды минеральных вяжущих материалов и сырья для их производства.

Ход работы. Выполнению данной лабораторной работы предшествует большая подготовительная, весьма важная работа по созданию постоянной коллекции образцов минеральных вяжущих и сырья для их получения. На занятиях по спецтехнологии под руководством преподавателя и мастера производственного обучения, непосредственно на производстве, а также в процессе производственных экскурсий учащиеся собирают и постепенно накапливают образцы минеральных вяжущих и сырьевых материалов.

В лаборатории образцы помещают в бесцветные стеклянные банки с притертыми крышками. Под руководством преподавателя на банки наклеивают этикетки с обозначением названия сырья и вяжущего материала. Набор таких образцов составляет постоянную коллекцию минеральных вяжущих и сырья для их производства.

В коллекции должны быть следующие материалы: глина комовая, рыхлая и в порошке различного цвета; гипсовый камень, ангидрит, фосфогипс, ганч, гипсовые вяжущие — гипс строительный, формовочный, высокопрочный, эстрих-гипс, ангидритовый цемент; известняки, доломиты, мел, известь комовая (нормально обожженная, недожог, пережог), известь молотая, известь гидратная (пушонка), известковое тесто, известковое молоко, известь гидравлическая, известесодержащие вяжущие; мергель, цементный шлам, клинкер портландцемента, портландцемент; разновидности портландцемента — быстротвердеющий, пластифицированный, гидрофобный, белый, цветные портландцементы, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, цементы для строительных растворов; доменный гранулированный шлак, активные минеральные добавки (диатомит, трепел, опока, пуццоланы, пемза, вулканический туф, глиеж); специальные цементы — глиноземистый, расширяющийся, безусадочный; силикат-глыба, жидкое стекло (натриевое, калиевое), кислотоупорный цемент, фторосиликат натрия; гипсоцементно-пуццолановое вяжущее.

Коллекция материалов должна быть помещена на видном и доступном месте, она должна быть перед глазами учащихся, по мере надобности ею пользуется преподаватель на уроках по материаловедению. На данном занятии учащийся может посмотреть любой экспонат коллекции. Затем по заданию преподавателя учащийся более тщательно изучает два вида сырьевых материалов и два вида минеральных вяжущих. Осматривая образцы, учащийся прорабатывает соответствующий им текст по учебнику. В журнале лабораторных работ должны быть описаны важнейшие свойства изученных сырьевых и вяжущих материалов, их применение.

Лабораторная работа 2. Определение сроков схватывания гипсовых вяжущих веществ

Цель: установить начало и конец схватывания строительного гипса и определить его вид (А, Б, В) в зависимости от сроков схватывания.

Ход работы. В зависимости от сроков схватывания гипсового теста стандартной консистенции (нормальной густоты) выпускают гипсовые вяжущие быстротвердеющие (А) с началом схватывания не ранее 2 мин и концом — не позднее 15 мин, нормальнотвердеющие (Б) с началом схватывания не ранее 6 мин и концом — не позднее 30 мин, медленнотвердеющие (В) с началом схватывания не ранее 30 мин (конец схватывания не нормируется).

Для выполнения работы прежде всего нужно определить водопотребность гипсового вяжущего, т. е. установить количество воды (% от массы вяжущего),

необходимое для получения гипсового теста стандартной консистенции, диаметр расплыва лепешки которого должен быть (180±5) мм. Это количество воды устанавливают заранее, вне данного занятия, оно равно приблизительно 45...60 % от массы гипса. Правильное (уточненное) количество воды для данного гипса учащимся сообщает преподаватель.

Допустим, что стандартная консистенция гипсового теста обеспечивается 50 % воды от массы гипса. Для определения сроков схватывания гипсового теста берут навеску гипса 200 г. Количество воды будет равно 100 г (50 % от 200 г). Гипс помещают в небольшую пластмассовую чашку, а воду — в фарфоровую чашку сферической формы. Записывают время начала работы, т. е. замечают момент, когда гипс начинают сыпать в воду. Допустим, что это состоялось в 10 ч 15 мин (время начала затворения гипса водой).

Гипс сыплют в воду тонкой струей и перемешивают шпателем в течение 1 мин. (Гипсовое тесто должно быть тщательно и быстро перемешано.) Спустя минуту от момента затворения гипсовое тесто выливают в кольцо стандартного прибора. Прибор — игла Вика (рис. 12), масса подвижного стержня которого (с иглой) 300 г. Кольцо с тестом помещают под иглу. Игла должна соприкасаться с тестом. Отпускают стопорный винт, игла под тяжестью 300 г опускается в тесто и доходит до пластинки. Стрелка на шкале показывает ноль. Стержень с иглой подымают, закрепляют винтом и через 30 с чистую иглу снова опускают в тесто (в другом месте). Так поступают до тех пор, пока игла впервые не дойдет до пластинки на 1...2 мм. Интервал опускания иглы постоянный — 30 с.

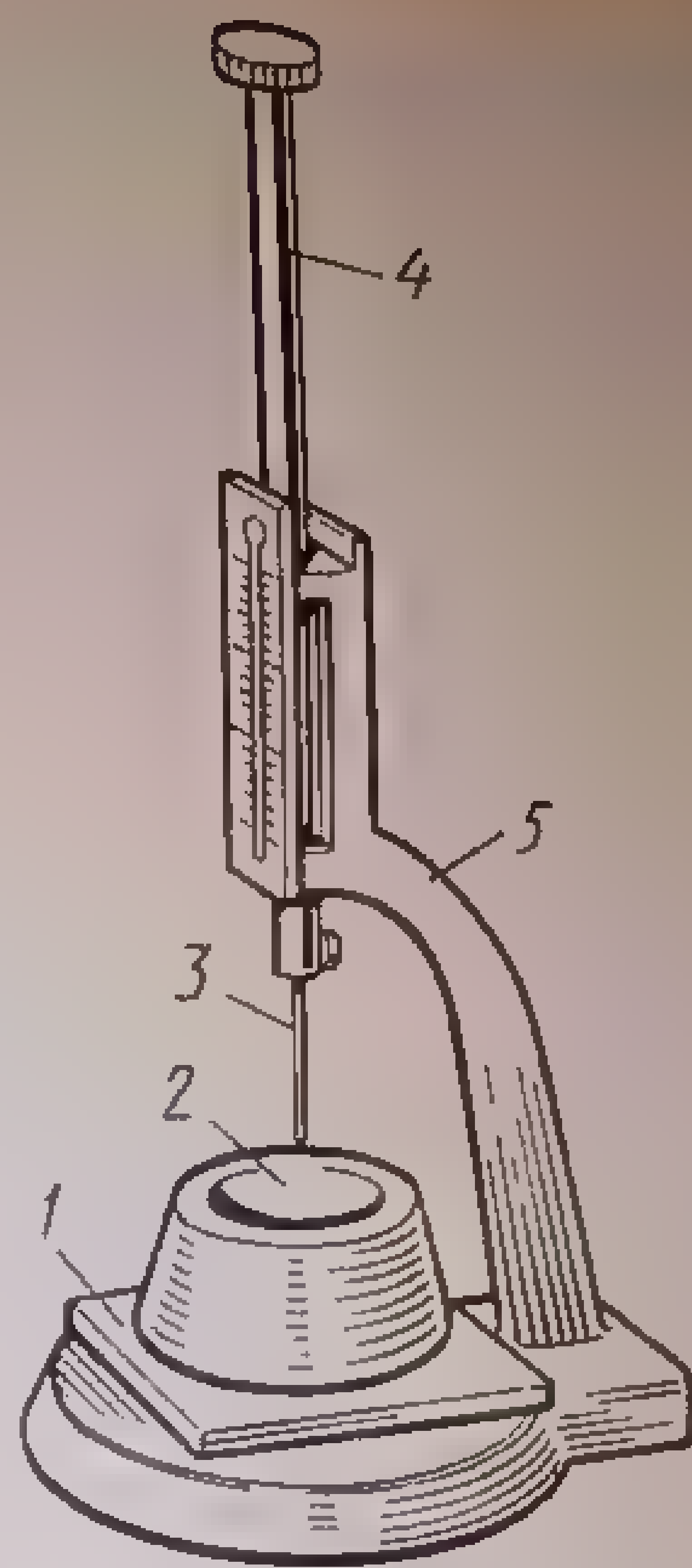


Рис. 12. Прибор для определения сроков схватывания вяжущих:
1 — стекло (пластинка), *2* — кольцо, *3* — игла, *4* — стержень, *5* — станина

Допустим, что впервые игла не дошла до пластинки в 10 ч 23 мин. Считая от момента затворения (10 ч 23 мин минус 10 ч 15 мин), устанавливаем, что начало схватывания гипсового теста наступило через 8 мин. (Начало схватывания гипса — это время в минутах от момента затворения его водой до того момента, когда игла прибора впервые не доходит до пластинки.)

Иглу вытирают кусочком ткани и опускают в новом месте в тесто через каждые 30 с до тех пор, пока игла будет погружаться в тесто не более 0,5...1 мм. Допустим, что игла опустилась в тесто на 0,5 мм в 10 ч 35 мин. Считая от момента затворения (10 ч 35 мин минус 10 ч 15 мин), устанавливаем, что конец схватывания гипсового теста наступил через 20 мин. (Итак, конец схватывания гипса — это время в минутах от момента затворения его водой до того момента, когда игла прибора погружается в тесто не более 0,5...1 мм.)

На основании полученных результатов испытания заключаем, что данный гипс нормальнотвердеющий (его обозначают индексом Б), для которого начало схватывания должно наступить не ранее 6 мин (в нашем случае — 8 мин) и конец — не позднее 30 мин (в нашем случае — 20 мин).

В журнале лабораторных работ записывают полученные результаты испытания: начало затворения гипса водой 10 ч 15 мин, начало схватывания гипса наступило через 8 мин, конец — через 20 мин.

Вывод: гипс нормальнотвердеющий (Б). Кроме того, зарисовывают стандартный прибор — иглу Вика — и кратко описывают ход работы.

Лабораторная работа 3. Определение активности и марки цемента

Цель: определить активность и установить марку портландцемента.

Ход работы. Активность и марку портландцемента определяют на основании испытаний стандартных образцов-балочек (призм) размером 40×40×160 мм, изготовленных из цементно-песчаной растворной смеси состава 1:3 мес. ч. (це-

мент · песок) и водоцементом отношении В/Ц = 0,4 при консистенции смеси по расплыву конуса 106...115 мм.

Через 28 сут твердения образцы-балочки сначала испытывают на изгиб, затем получившиеся половинки балочек — на сжатие. Песок для испытания цемента применяют нормальный (вольский), т. е. природный кварцевый, соответствующий ГОСТ 6139—78.

Активностью портландцемента называют его фактический предел прочности при сжатии половинок балочек, испытанных в возрасте 28 сут. В зависимости от активности и с учетом его предела прочности при изгибе портландцемент подразделяют на марки (кгс/см^2): 400, 500, 550, 600. (Требования, предъявляемые к маркам цемента, следует выписать из стандарта на лист чертежной бумаги и вывесить на видном, доступном месте.)

В чашу, протертую влажной тканью, высыпают 500 г исследуемого цемента, 1500 г нормального песка и перемешивают до визуальной однородности. Поскольку В/Ц = 0,4, то количество воды затворения должно быть В = 0,4·500 = 200 г. Воду выливают в сухую смесь цемента и песка; материалы лопаткой перемешивают до однородного состояния.

Цементно-песчаную растворную смесь помещают в лабораторный растворосмеситель, где перемешивают в течение 2,5 мин (за это время чаша смесителя совершает 20 оборотов). Далее смесь помещают в конус, расположенный на встряхивающем столике. Шпателем смесь уплотняют за два приема: сначала пятнадцатью нажимами, потом десятью. После выравнивания смеси ножом стальной конус снимают и растворную смесь встряхивают на столике 30 раз. Затем штангенциркулем измеряют диаметр нижнего основания растворного конуса, т. е. расплыв.

Допустим, что в нашем случае он равен 110 мм, т. е. консистенция растворной смеси находится в норме (106...115 мм). Из такой смеси можно формовать образцы-балочки.

Для этого используют разборную (на три ячейки) металлическую форму, слегка смазанную машинным маслом. Все три ячейки формы размером 40×40×160 мм каждая заполняют перемешанной смесью до половины высоты ячейки. Форму со смесью помещают на стандартную виброплощадку, включают ее; оставшуюся смесь постепенно добавляют в ячейки формы. Вибрирование смеси продолжается 3 мин. Сверху растворную смесь заглаживают лопаткой. Форму с образцами помещают в ванну с гидравлическим затвором так, чтобы она находилась над водой.

В закрытой ванне (над водой) на воздухе образцы твердеют 1 сут. Затем образцы вынимают из формы и помещают в ванну, где они твердеют в воде 27 сут. Через 28 сут твердения образцы-балочки протирают влажной тканью и подвергают испытанию сначала на изгиб, затем на сжатие.

Перед испытанием штангенциркулем проверяют соответствие размеров образцов стандарту. Испытывают образцы на изгиб на прессе, развивающем усилие 50 000 Н.

Каждый образец помещают на две опоры в виде валиков, расположенных (по центрам) на расстоянии 10 см, сверху на середину образца помещают такой же валик. Приспособление с образцом центрируют, слегка зажимают в прессе и включают его мотор. Образец испытывают до перелома. Разрушающую нагрузку, кото-

Результаты испытания на изгиб цементно-песчаных балочек размером 40 × 40 × 160 мм

№ образца	Разрушающая нагрузка F, Н	Расчет по формуле $R_{из}=3Fl/(2bh^2)$, Па	Предел прочности при изгибе, МПа	
			образца	средний
1	2600	$R_{из}=\frac{3\cdot2600\cdot0{,}1}{2\cdot0{,}04\cdot0{,}04^2}=6090000$	6,09	6,18
2	2680	$R_{из}=\frac{3\cdot2680\cdot0{,}1}{2\cdot0{,}04\cdot0{,}04^2}=6280000$	6,28	
3	2540	$R_{из}=\frac{3\cdot2540\cdot0{,}1}{2\cdot0{,}04\cdot0{,}04^2}=5960000$	5,96	—

рую показывает силоизмеритель пресса, записывают в журнале работ. Затем испытывают остальные образцы.

Предел прочности при изгибе образца вычисляют по формуле $R_{из} = 3Fl/(2bh^2)$, где F — разрушающая нагрузка, Н; l — расстояние между центрами опор (валиками), равное 10 см; b — ширина образца, равная 4 см; h — высота образца, равная 4 см.

Результаты испытания и расчеты записывают в таблицу, но самый меньший не учитывают. Конечный результат — предел прочности при изгибе цемента — получают как среднее арифметическое из двух наибольших показателей — 6,18 МПа.

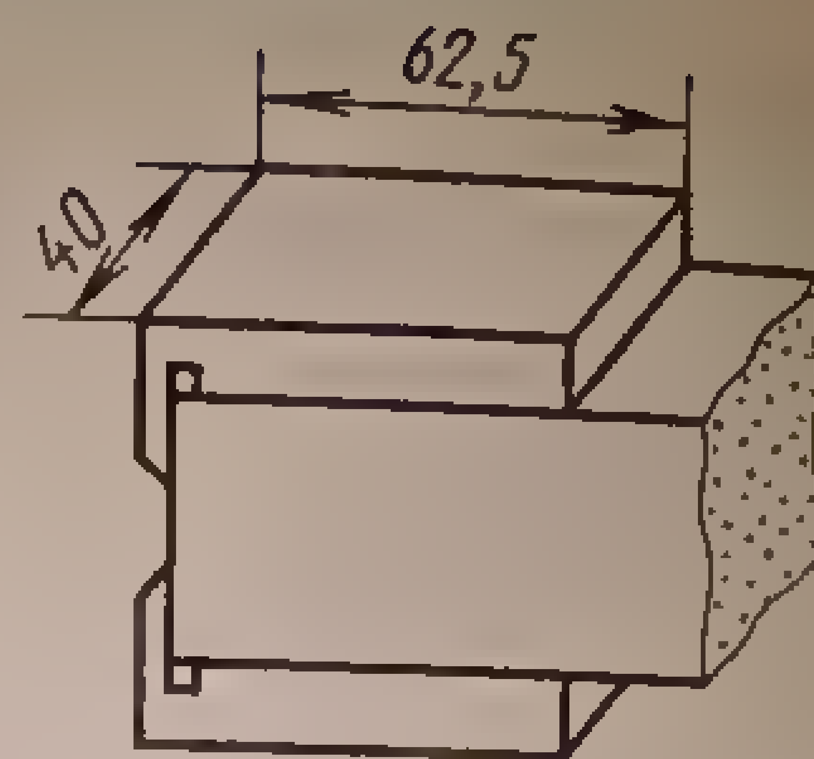


Рис. 13. Испытание половинки балочки на сжатие

После испытания трех образцов на изгиб получается шесть половинок балочек, которые испытывают на сжатие на прессе, развивающем усилие до 250 000 Н. Каждую половинку балочки помещают ровными гранями между двух металлических пластинок пресса рабочей площадью 25 см² (рис. 13). Образец, расположенный между двух пластинок, центрируют и слегка зажимают в прессе. Пресс включают, и испытывают образец до разрушения. Разрушающую нагрузку, которую показывает силоизмеритель пресса, записывают в журнал работ. Таким образом испытывают все образцы.

Предел прочности при сжатии образца вычисляют по формуле $R_{сж} = F/S$, где F — разрушающая нагрузка, Н; S — площадь поперечного сечения образца, равная 25 см². Все результаты испытания и расчеты записывают в таблицу, но два самых меньших не учитывают. Конечный результат вычисляют как среднее арифметическое из четырех наибольших показателей.

Результаты испытания на сжатие цементно-песчаных половинок балочек площадью поперечного сечения 0,0025 м²

№ образца	Разрушающая нагрузка F, Н	Расчет по формуле $R_{сж} = F/S$, Па	Предел прочности при сжатии, МПа	
			образца	средний
1	126000	$R_{сж} = 126000/0{,}0025 = 50400000$	50,4	50,4
2	125500	$R_{сж} = 125500/0{,}0025 = 50200000$	50,2	
3	125800	$R_{сж} = 125800/0{,}0025 = 50300000$	50,3	
4	126100	$R_{сж} = 126100/0{,}0025 = 50600000$	50,6	
5	118000	$R_{сж} = 118000/0{,}0025 = 47200000$	47,2	—
6	119400	$R_{сж} = 119400/0{,}0025 = 47800000$	47,8	—

Итак, фактический предел прочности при сжатии цемента равен 50,4 МПа. Это и есть активность вяжущего, что соответствует марке цемента 500.

В журнале лабораторных работ необходимо зарисовать схемы испытания балочки на изгиб и половинки балочки на сжатие, привести необходимые расчеты в виде таблиц, сделать вывод об активности и марке испытанного цемента, кратко описать ход выполненной работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют вяжущим веществом; в чем его назначение? 2. Назовите важнейшие вяжущие вещества, применяемые в строительстве. 3. Какие вяжущие называют воздушными и гидравлическими; в каких условиях их можно применять? 4. Перечислите важнейшие минеральные вяжущие вещества. 5. Что такое минерал; горная порода; какова их роль в производстве вяжущих? 6. Расскажите о важнейших осадочных горных породах, применяемых в производстве минеральных вяжущих. 7. Почему глину в принципе не считают вяжущим веществом? 8. Перечислите гипсовые вяжущие; назовите сырье для их производства. 9. Что происходит при твердении гипса? 10. Почему гипсовый затвердевший материал пористый? 11. Что такое начало и конец схватывания вяжущего? 12. Чем ускоряют и чем замедляют

схватывание гипсового вяжущего? 13. Каково применение гипсовых вяжущих в строительстве? 14. Почему гипсовое тесто недопустимо долго перемешивать? 15. Что такое ангидритовый цемент? 16. Из чего получают воздушную известь? 17. Для чего и как гасят воздушную известь? 18. Чем объяснить твердение воздушной извести? 19. Как применяют в строительстве воздушную известь? 20. В чем достоинства и недостатки негашеной молотой извести? 21. Что такое гидравлическая известь; что придает ей способность твердеть в воде? 22. Назовите основные известесодержащие вяжущие; каково их назначение? 23. Какое сырье применяют для производства портландцемента? 24. Приведите краткую характеристику минералов цементного клинкера. 25. Кратко расскажите о мокром способе производства портландцемента. 26. Расскажите о свойствах и назначении портландцемента. 27. Назовите основные разновидности портландцемента. 28. Чем замечательны гидрофобный и пластифицированный портландцементы? 29. Что вы знаете о белом и цветном портландцементах? 30. Расскажите о пуццолановом портландцементе, его достоинствах и недостатках. 31. Перечислите специальные виды цемента; расскажите о глиноземистом цементе. 32. В чем отличие расширяющегося от безусадочного цемента? 33. Какие виды жидкого стекла вы знаете? 34. В чем особенность кислотоупорного цемента? 35. Расскажите о ГЦПВ.

ГЛАВА IV

ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ И НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ МАСТИК

§ 18. ЗАПОЛНИТЕЛИ И НАПОЛНИТЕЛИ

Как правило, в состав строительного раствора входят минеральные вяжущие, мелкие заполнители и вода. Важным компонентом строительного раствора является вяжущее — цемент, гипс, известь, глина. Наличие воды обеспечивает химическую реакцию между вяжущими и водой. Заполнитель в растворе создает его скелет, объем. Так, для получения одного кубического метра цементно-песчаного раствора требуется примерно один кубический метр заполнителя (песка), 300...400 кг цемента и 150...200 кг воды. Цемент и вода помещаются в пустотах между зернами песка, пустотность которого достигает 40...50 %. Итак, строительный раствор нельзя получить как без вяжущего и воды, так и без заполнителя.

Заполнители — грубодисперсные минеральные (реже органические) материалы: песок природный и искусственный, каменная крошка, гранулированный доменный шлак, древесные опилки и др. При твердении вяжущих веществ наблюдается их усадка, вызывающая значительные напряжения в материале. Так, при твердении цементного теста (смесь цемента и воды) на воздухе усадка достигает 1 мм/м. При достижении напряжений от усадки предела прочности материала он растрескивается. Например, при избытке вяжущего в растворе появляются трещины на штукатурке. Противостоит напряжениям от усадки вяжущего в растворе заполнитель. Чем больше в твердеющей системе будет заполнителя, тем пропорционально меньше станет ее усадка. Заполнитель, создавая жесткий скелет в растворе, повышает его трещиностойкость и экономит вяжущее. Заполнители — материалы местные, дешевые

(а расход их в растворах большой), это существенно сказывается на снижении стоимости раствора.

Если насыпная плотность заполнителя более 1200 кг/м³, его называют **т я ж е л ы м**. В строительных растворах тяжелым заполнителем служит природный песок, а в декоративных — каменная крошка (гранитная, мраморная и т. д.). Если насыпная плотность заполнителя менее 1200 кг/м³, его называют **л е г к и м**. Легкими заполнителями являются пористые материалы — пемзовый, перлитовый, керамзитовый песок, древесные опилки, доменный гранулированный шлак, соломенная сечка и др. По размеру зерен заполнители делят на крупные с размером зерен более 5 мм (гравий, щебень) и мелкие с размером зерен 0,14...5 мм. Для строительных растворов применяют мелкие заполнители, для декоративных — и мелкие, и крупные.

Наполнители — тонкодисперсные материалы, вводимые в органические вяжущие при получении мастик, лакокрасочных материалов и пластмасс. Объемное содержание наполнителей в мастиках и пластмассах достигает 60 %. Наполнители бывают минеральные и органические. В пластмассы вводят наполнители порошкообразные, волокнистые, листовые (бумага, ткань, древесный шпон). Они экономят полимеры и улучшают технические свойства пластмасс. Типичными наполнителями являются молотые мел, известняк, песок, каолин и др. Роль наполнителей в мастиках подобна роли заполнителей в растворах. Они не вступают в химическую реакцию с водой и вяжущими веществами, но считать их совершенно инертными по отношению к ним не следует.

§ 19. ТЯЖЕЛЫЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ РАСТВОРОВ

Тяжелые заполнители применяют для строительных, декоративных и специальных растворов.

Заполнители для строительных растворов. Основным тяжелым заполнителем для строительных растворов служит песок — смесь зерен размером от 0,14 до 5 мм. Зерна крупнее 5 мм относятся к примесям. Это обломки горных пород в виде щебня (куски случайной формы с шероховатой поверхностью) и гравия (зерна округлой формы с гладкой поверхностью). Песку сопутствует примесь в виде пыли с размером частиц 0,005...0,14 мм и глины (частицы размером менее 0,005 мм). Химический состав песка зависит от состава той горной породы, из которой он образовался после ее выветривания. Если песок получился из гранита, то он состоит из зерен кварца, полевого шпата и слюды. Кварцевые пески наиболее распространены в природе, реже встречаются пески известняковые и др.

Природные пески добывают в карьерах. В зависимости от происхождения и условий залегания их подразделяют на горные (овражные), речные и морские. Зерна горного песка остроугольные и шероховатые, поэтому они хорошо сцепляются с вяжущим веществом, что способствует высокой прочности раствора. Плохо

...е, что они содержат много пылеватых и глинистых примесей. Зерна речных и морских песков округлые и гладкие, что ослабляет сцепление их с вяжущим веществом и снижает прочность раствора. Они чище горных, меньше содержат пыли и глины. В морском песке встречаются остатки водорослей, обломки раковин, что снижает его качество. Дюнные и барханные пески — чрезвычайно мелкие, для растворов почти не применяются, так как вызывают перерасход вяжущего. Для растворов чаще других применяют кварцевый речной песок средней крупности.

Искусственные пески получают как побочный материал при дроблении плотных пород в щебень на камнедробильных заводах. К ним относят пески гранитные (в виде отсева), известняковые и др. Они чище природных песков, форма их зерен случайная, поверхность шероховатая, что обеспечивает прочное сцепление с вяжущим.

Песок, применяемый для приготовления растворов, должен отвечать требованиям ГОСТ 8736—85. Песок не должен содержать вредных примесей: сернистых соединений, слюды, пыли, глинистых и илистых частиц, органических материалов. Сернистые соединения снижают прочность цементного камня и вызывают коррозию деталей из черных металлов.

Пылеватые, глинистые и илистые примеси увеличивают поверхность заполнителя, они обволакивают зерна песка, чем затрудняют сцепление вяжущего с его поверхностью, вызывают увеличение расхода вяжущего в растворе. Таких примесей в песке для штукатурных растворов должно быть не более 5 %. Однако если раствор будет перекачиваться насосом по трубам и шлангам, то содержание этих примесей в песке можно допустить в большем количестве. При перекачивании растворы не будут расслаиваться, легче будут перемещаться по трубам. Простейшую качественную оценку песка на содержании глины, ила и пыли производят путем растирания в руках горстки влажного песка: чистый песок не пачкает рук.

Органические (гумусовые) примеси в песке при перемешивании с водой образуют гуминовую кислоту, которая разрушает цемент. Избыток таких примесей в песке опасен, ибо вызывает снижение прочности раствора. Содержание органических примесей в песке устанавливают в лаборатории, пользуясь колориметрическим методом. Если органических примесей в песке много, его необходимо промыть, пропустив через пескомойку. Эта технологическая операция обходится дорого; промывать песок целесообразно на месте его добычи, т. е. в карьере.

По зерновому составу песок разделяют на группы: крупный, средний, мелкий и очень мелкий. Чтобы установить группу песка, проводят ситовой анализ его. В лаборатории песок просеивают через сито с отверстиями 5 мм. Затем 1000 г такого песка просеивают через набор стандартных сит с размерами отверстий 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 мм. Частные остатки на каждом сите взвешивают, вычисляют их в процентах. Затем находят полные остатки на

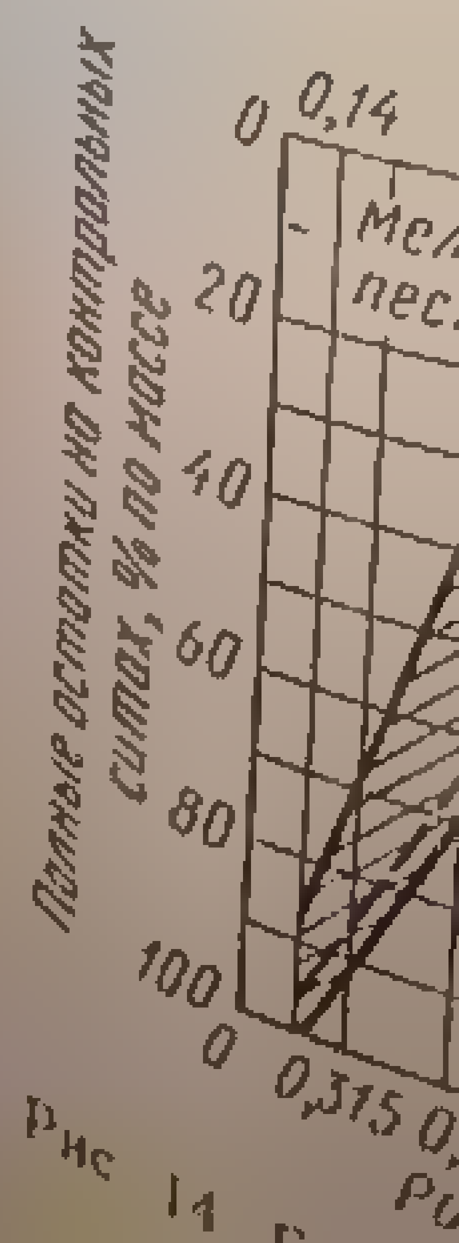


Таблица 4. **Группа песка по зерновому составу**

Группа песка	Полный остаток на сите 0,63 мм, % по массе	Модуль крупности Мк
Крупный	Более 45	Более 2,5
Средний	30...45	2,5...2
Мелкий	10...30	2...1,5
Очень мелкий	Менее 10	1,5...1

Примечание. В песке для строительных растворов содержание зерен, проходящих через сито 0,14 мм, не должно превышать 10 % по массе.

каждом из сит в процентах. Полный остаток на любом сите равен сумме частного остатка на данном сите и частных остатков на всех предыдущих ситах. Сумму полных остатков (%) делят на сто, в результате получают число, которое называют модулем крупности песка Мк. Чем выше модуль, тем крупнее песок. Фиксируют также полный остаток на сите 0,63 мм. По этому остатку и модулю крупности судят о группе песка, т. е. устанавливают его группу (табл. 4).

Зерновой состав песка определяют также по графику (рис. 14). Для этого по горизонтали откладывают размеры отверстий контрольных сит (в мм), а по вертикали — соответствующие полные остатки на ситах (%). Полученные точки соединяют ломаной линией, которую называют кривой зернового состава песка. Если кривая лежит в пределах заштрихованной области стандартного графика, то песок пригоден для работы — для приготовления раствора, бетона, мозаичной смеси. Если же кривая выходит за пределы заштрихованной области, то песок нужно обогатить, отсеивая ненужные фракции песка. Как и промывку, обогащение песка производят в карьере.

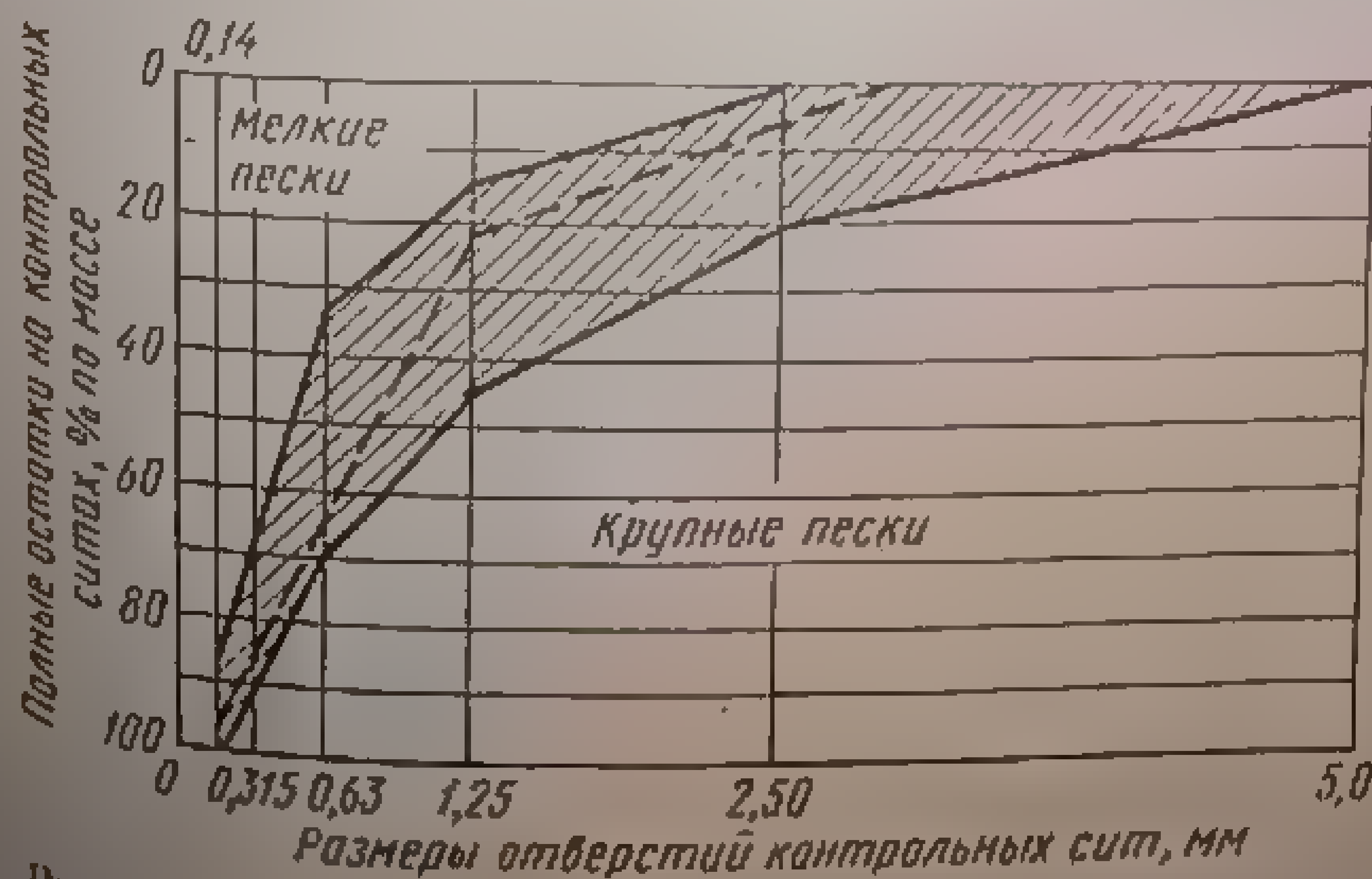


Рис. 14. График зернового состава песка

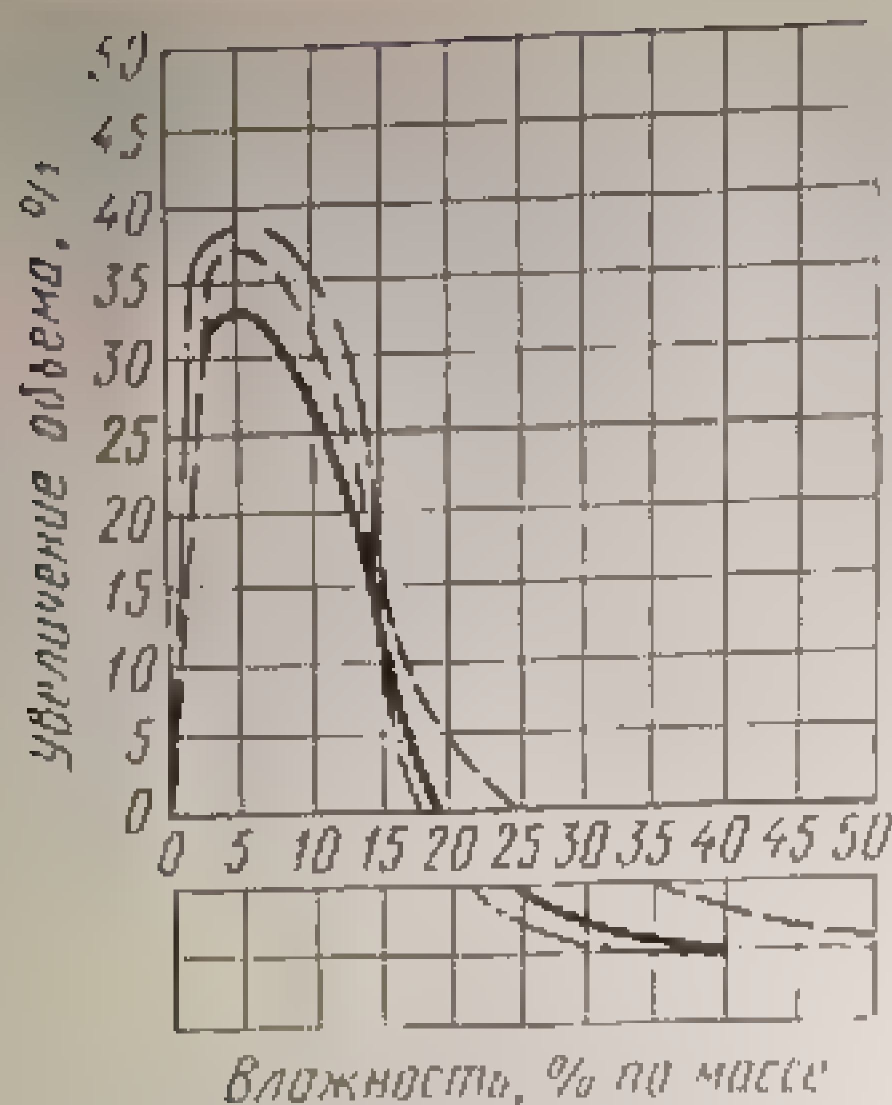


Рис. 15. График зависимости насыпной плотности песка от его влажности

Размер зерен песка для штукатурных растворов, идущего на грунт, не должен превышать 2,5 мм, а для отделочного слоя штукатурки (накрывки) — 1,2 мм.

Плотность зерен кварцевого песка 2600...2700 кг/м³. Насыпная плотность песка 1400...1600 кг/м³, она зависит от зернового и минерального состава, степени уплотнения и влажности. Зависимость насыпной плотности от влажности песка весьма сложная (рис. 15). Для сухого песка насыпная плотность больше (1400...1800 кг/м³), чем для влажного. При увлажнении от 3 до 10 % насыпная плотность песка снижается до 1200...1300 кг/м³. Зерна влажного песка покрыты тонким слоем воды, и объем песка увеличивается. При постоянной массе песка и увеличивающемся объеме насыпная масса его уменьшается. При дальнейшем увлажнении песка (сверх 10 % влажности) вода вытесняет воздух из пустот, объем при этом не увеличивается, а масса песка (с водой) растет, что и приводит к увеличению плотности.

Транспортируют песок автосамосвалами, по железной дороге — на открытых платформах навалом. Хранят его на открытых площадках в штабелях конической формы или в виде усеченной пирамиды. При таких перевозках и хранении влажность песка зависит от погоды. При массовом производстве строительных растворов, бетонов и других смесей влажность песка определяют систематически. Наличие воды в песке учитывают при расчетах составов растворов, бетонов, смесей. Объем песка в штабеле определяют по формулам для определения объема конуса или усеченной пирамиды, известных из геометрии. Штабеля песка обмеряют после того, как он осядет, т. е. через 3 сут после их отсыпки. Расчетный объем песка уменьшают на 10 % при влажности 1...3 %, на 15 % при влажности песка 3...10 %. Объем штабелей зимней отсыпки уменьшают еще на 15 %, учитывая наличие в песке снега и льда. Хранят песок в условиях, не допускающих его загрязнения.

Заполнители для декоративных растворов. В качестве заполнителя в растворных смесях для декоративных штукатурок и мозаичных отделок применяют кроме песка крошку, полученную из горных пород и других материалов после их дробления. Отходы камня, остающиеся после обработки горных пород на заводе, дробят и после дробления крошку рассеивают на фракции.

Поверхности железобетонных и бетонных изделий отделывают декоративным песком и щебнем из природного камня (ГОСТ 22856—77) таких фракций (мм): песок — 0,3...0,6; 0,6...1,2; 1,2...2,5; 2,5...5; щебень — 5...10; 10...20. Этот песок и щебень применяют для штукатурных и мозаичных растворов.

Для цветных штукатурок используют цветные заполнители: белый и желтый кварцевый песок; белый и розовый песок из крупнокристаллического мрамора; пески из мраморовидных известняков, сиенита, диорита, крупнокристаллического гранита, плотного туфа, антрацита; пески керамические, получаемые дроблением бракованных керамических изделий — фарфора, фаянса, плиток, труб, пережженного кирпича и т. д.

Свойства декоративных заполнителей зависят от свойств исходных материалов, из которых они получены. Песок и каменная крошка — обязательные компоненты терразитовых смесей для декоративных штукатурок. Характеристиками таких смесей служат наибольшая крупность и преобладающий размер зерен, содержание которых должно быть в пределах 35...45 % от всей смеси:

	Наибольший размер зерен, мм	Преобладающая крупность зерен, мм
Крупнозернистая смесь . . .	5	1,2...2,5
Среднезернистая » . . .	2,5	0,6...1,2
Мелкозернистая »	1,2	0,3...0,6

Блеск отделочному слою декоративной штукатурки (если это требуется) придают добавками дробленых материалов: стекла до 10 %, слюды до 1 % от массы остальных заполнителей. Слюда бывает прозрачная и непрозрачная, бесцветная, золотистая или черная. Тонкие пластинки слюды на поверхности штукатурки вызывают цветовые переливы солнечного света. Несмотря на это, слюду в декоративных растворах применяют редко из-за ее низкой морозостойкости и прочности. В этом отношении лучше стеклянная крошка из боя стекла, она дает хороший блеск и живописную игру света.

С растворными смесями, содержащими стеклянную крошку, работать нужно осторожно, чтобы не пораниться о ее острые ребра и края. Менее опасна стеклянная оплавленная гранулированная крошка различных цветов крупностью зерен 2...5 мм. Декоративный эффект такой крошки удовлетворительный. Естественно, добавлять слюду и стекло в растворы, подлежащие шлифованию, недопустимо.

Заполнители для специальных растворов. Заполнители для рентгенозащитных растворов в виде мелкого и крупного песка получают дроблением особо тяжелых горных пород — барита (содержание пирита и гипса не должно превышать 1 % по массе), магнетита, лимонита. Насыпная плотность (кг/м^3) песка: из барита — более 3000, из магнетита — 2800, из лимонита — 2600. Мелко измельченный чугунный скрап и чугунная дробь с частицами размером 0,8...2,5 мм — отличные заполнители для рентгенозащитных растворов; их насыпная плотность более 4500 кг/м^3. Безупречна для этой цели свинцовая дробь. Хранят такие заполнители в условиях, исключающих их загрязнение.

Легкие заполнители, применяемые для строительных растворов, делят на неорганические и органические. Неорганические заполнители — мелкопористые зернистые материалы, органические — древесные опилки и другие растительные отходы, а также пористые полимерные гранулы.

Неорганические пористые заполнители бывают природные и искусственные. Природными пористыми заполнителями являются пески с насыпной плотностью менее 1400 кг/м^3 полученные дроблением с последующим рассевом пористых (легких) изверженных и осадочных горных пород. К пескам вулканического происхождения относятся пески пемзовые, туфовые, из вулканических шлаков и лавы. Пемзовый песок — наилучший заполнитель: он легкий (плотность 500...600 кг/м^3), имеет замкнутую пористость, слабо поглощает воду, обеспечивает получение легких, малотеплопроводных и морозостойких растворов. К пескам осадочного происхождения относятся карбонатные пески из ракушечника, известкового туфа и кремнеземистые – из опоки, диатомита трепела. По качеству они уступают вулканическим, так как сильно поглощают воду и размягчаются (особенно кремнеземистые). На таких песках растворы получаются менее прочными и морозостойкими, чем на песках из изверженных пород.

Исходными материалами для получения искусственных пористых заполнителей для растворов служат металлургические шлаки, керамзит, аглопорит, вспученные перлит и вермикулит и т. п.

Шлаковые пески (ГОСТ 9760—86) получают из металлургических (доменных) и реже топливных шлаков. Металлургические шлаки — побочный продукт (силикатный расплав), получающийся при выплавке чугуна и других металлов. При специальном режиме охлаждения получают гранулированные шлаки и шлаковую пемзу. Гранулированные шлаки в виде мелких (как песок) зерен получают быстрым охлаждением и разбрызгиванием шлакового расплава на барабанных грануляторах. Зерна гранулированного шлака малопористы. Шлаковую пемзу получают вспучиванием водой или паром шлаковых расплавов. Дроблением и рассевом шлаковой пемзы получают пористый щебень и пористый легкий песок.

Керамзитовый песок получают дроблением керамзитового гравия или рассевом керамзита. Керамзит — искусственный керамический пористый материал в виде округлых красно-коричневых зерен, получаемых быстрым обжигом гранул из легкоплавких вспучивающихся глин. Размер гранул 5...40 мм. Поверхность зерен керамзита оплавлена, строение — мелкопористое, цвет черный. Плотность зерен керамзита 600...1800, керамзитового гравия — 250...800, керамзитового песка — 500...1000 кг/м^3. Керамзитовый песок (ГОСТ 9759—83), полученный рассевом керамзита, имеет округлую форму; после дробления керамзитового гравия — случайную форму с шероховатой поверхностью темно-серого или черного

цвета. На керамзитовом песке получают прочные, морозостойкие и теплоизоляционные растворы.

Аглопоритовый песок (ГОСТ 11991—83) — пористый заполнитель высокого качества. Аглопорит получают агломерацией песчаноглинистых и глинистых пород, кремнистых опаловых пород, топливных шлаков и золы, отходов добычи углей и горючих сланцев. Перед агломерацией сырьевые материалы дробят, смешивают с глиняным молоком, затем спекают на агломерационных решетках. Охлажденный агломерат дробят и рассеивают на крупный (щебень) и мелкий заполнитель. Марку аглопоритового песка устанавливают по насыпной плотности (кг/м^3): 600, 700, 800, 900, 1000 и 1100.

Шунгизитовый песок (ГОСТ 19345—83) получают дроблением и рассевом шунгизитового гравия. Гравий получают обжигом шунгизитовых пород, способных при нагревании увеличиваться в объеме в 3...4 раза и сохранять при этом достаточную прочность при высокой пористости. Насыпная плотность шунгизитового песка 500...900 кг/м^3.

Перлитовый вспученный песок (ГОСТ 10832—83*) получают обжигом и последующим раствором природного перлита и других дробленых вулканических стекол, содержащих связанную воду. При обжиге, когда стекло размягчается, вода испаряется, при этом гранулы перлита вспучиваются, увеличиваясь в объеме в 10...20 раз; в результате получают перлитовый щебень и песок. Размер зерен песка не более 1,2 мм; насыпная плотность 75...250 кг/м^3. Вспученный перлитовый песок — один из легчайших заполнителей для бетонов и растворов.

Вспученный вермикулит (ГОСТ 12865—67) — пластинчатые и округлые золотистые гранулы с насыпной плотностью 100...200 кг/м^3. Их получают из вермикулита — слюды, содержащей между слоями воду, — при нагревании до 350...400 °С. При таком нагревании вермикулит вспучивается от испарения воды, увеличиваясь в объеме в 20...25 раз. Строение материала чешуйчатое. В зависимости от размера зерен (гранул) вспученный вермикулит делят на крупный (размер зерен 5...10 мм), средний (0,6...5 мм) и мелкий (до 0,6 мм).

Стеклопор — пористые округлые гранулы, получаемые из жидкого стекла. Плотность крупнозернистого стеклопора (гранулы размером 5...30 мм) — 20...100 кг/м^3, мелкозернистого (гранулы размером 0,2...1,2 мм) — 20...75 кг/м^3. Стеклопор — эффективный заполнитель для теплоизоляционных и акустических штукатурок, а также теплоизоляционных изделий.

К органическим легким заполнителям относят материалы растительного происхождения — торф, мох, соломенную сечку, костру, древесные опилки, хвою. Это материалы местного сбора, изготовления и применения, перевозить их на значительные расстояния нецелесообразно. Лучшим органическим легким заполнителем являются древесные опилки — отходы деревообработки. Они должны быть сухими и без следов масла; насыпная плотность опилок менее 300 кг/м^3. Опилки применяют как запол-

нитель для тепло- и звукоизоляционных штукатурок и гипсоопилочных мастик, которыми приклеивают листы сухой гипсовой штукатурки. Если вяжущим в растворе служит портландцемент, опилки предварительно обрабатывают в солевом растворе (например, в растворе хлорида кальция). Такая минерализация опилок защищает цемент от вредного влияния водорастворимых органических веществ, содержащихся в древесине (в противном случае не только замедлится твердение цемента, но снизится его прочность). Если же вяжущим в растворе служат гипсовые или магнезиальные вяжущие, то минерализации опилок не требуется.

§ 21. НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ МАСТИК

В отделочных работах широко используют различные клеи и мастики на основе минеральных и органических вяжущих. Особенно часто для этой цели применяют органические вяжущие. Для снижения их расхода в мастики и некоторые клеи вводят наполнители. В слое клея и мастики наполнитель образует скелет подобно заполнителю в строительном растворе, он снижает расход вяжущего, уменьшает усадку и повышает прочность материала. В пластмассах (например, в линолеуме, стеклопластике и др.) наполнитель — непременный компонент, снижающий расход полимера и улучшающий технические свойства изделия. В клеях и мастиках наполнителями служат тонкие порошки с крупностью частиц менее 150 мкм. Минеральные наполнители состоят из пыли (частицы менее 10 мкм) и каменной муки (частицы размером 10...150 мкм). Опытом установлено, что наименьший расход вяжущего достигается при наполнении мастики смесью каменной муки и пыли, взятых в соотношении 65 и 35 % по объему.

По химической стойкости наполнители делят на кислотостойкие, щелочестойкие и универсальные.

Наиболее *кислотостойкими* наполнителями служат молотый кварцевый песок, андезитовые и диабазовые мука и пыль, каолин и асбест.

Молотый кварцевый песок — самый дешевый и доступный кислотостойкий наполнитель. Но у кварца слабая адгезия с полимерами, что плохо сказывается на прочности клеевых соединений. Насыпная плотность 1200...1500 кг/м^3. Лучшим сцеплением с полимерными вяжущими обладает маршаллит (белая, природная тонкодисперсная разновидность кварца).

Андезитовая мука и пыль — серые порошки с насыпной плотностью 1200...1500 кг/м^3, получаемые в результате тонкого помола андезита — изверженной излившейся горной породы. Пористость андезита 10...20 %, что положительно влияет на прочность клеевого слоя; полимерные вяжущие хорошо сцепляются с андезитовым наполнителем.

Каолин (ГОСТ 19608—84) — тонкомолотый белый порошок, состоящий в основном из частиц минерала каолинита, образующего глину. Если в многих глинах содержание частиц менее 0,1 мкм

доходит до 60 %, то в каолине их всего 2 %, поэтому каолин менее гигроскопичен и менее набухает в воде, чем другие глины. Белый цвет и низкая гигроскопичность делают его хорошим наполнителем не только в пластмассах и мастиках, но и в лакокрасочных материалах.

Асбест (ГОСТ 12871—83*) — минерал, имеющий несколько разновидностей и залегающий в виде жил среди некоторых горных пород. Наиболее распространен хризотил-асбест — гидросиликат магния. Структура асбеста волокнисто-кристаллическая, цвет зеленоватый, светло-желтый или белый. Кристаллы-волокна асбеста очень тонки, эластичны и очень прочны, их можно разделять на отдельные нити, которые благодаря гибкости можно скручивать и ткать, как растительные волокна. Асбест наряду с кислотостойкостью и достаточной щелочестойкостью не горюч, а в распушенном виде — малотеплопроводен.

В зависимости от средней длины волокон асбест разделяют на восемь групп (0...7) и асбестовую пыль. Асбест применяют в качестве наполнителя в асбестоцементных изделиях (трубы, муфты, листы) и пластмассах (плитки для полов). Низкие группы волокон и пыль применяют в малярных работах для приготовления выравнивающих составов, огнестойких красок, а также в качестве наполнителя в масляных, цементных, эмульсионных, силикатных и других красках. В шпатлевках асбест служит армирующим материалом. В клеях и мастиках используют асбест 7-й группы и пыль.

Асбест распушивается в жидкой среде, образуя сетчатую структуру. Асбестовый наполнитель повышает вязкость клеевого состава и теплостойкость соединения. Низкие группы асбеста — хороший наполнитель в растворах для теплозвукоизоляционных и огнестойких штукатурок. Плотность асбеста в порошке 1000...1500 кг/м^3.

В наполнителях, применяемых в составах на органических вяжущих с использованием кислотного отвердителя, не должны содержаться карбонаты ($CaCO_3$ и др.), оксиды металлов и металлические примеси. При взаимодействии с кислотой карбонаты выделяют углекислый газ, что приводит к вспучиванию клеевых составов и мастик. Оксиды металлов нейтрализуют кислотный отвердитель, замедляя или прекращая твердение клея. При взаимодействии железистых примесей с кислотой может выделяться водород, вспучивающий приклеенный облицовочный материал. Для проверки на кислотостойкость щепотку наполнителя кладут в сосуд с кислотой; выделение пузырьков газа укажет на непригодность наполнителя.

Наиболее *щелочестойкими* наполнителями служат молотые известняки, мел, доломит, тальк, а также цемент и цинковые сухие белила.

Известняковые и доломитовые мука и пыль — порошки с насыпной плотностью 1200...1500 кг/м^3, обладающие высокой щелочестойкостью, не кислотостойки. Их широко применяют в качестве наполнителей в битумных и полимерных материалах; у них хорошее сцепление с органическими вяжущими.

Мел (ГОСТ 17498—72) — тонкий белый порошок, состоящий в основном из карбоната кальция $CaCO_3$. В качестве наполнителя применяют гидрофобизированный мел, он не комкуется и не слеживается, при хранении не поглощает воды. Мел — отличный разбавитель в цветных штукатурных растворах; хороший наполнитель в пластмассах; наполнитель в полиизобутиленовых герметизирующих мастиках и шпатлевках на органических вяжущих; 50 % массы поливинилхлоридного линолеума и плиток составляет мел. Мел — один из лучших белых природных пигментов.

Тальк (ГОСТ 19729—74) — тонкий, жирный на ощупь, желтоватый, белый, серый или зеленоватый порошок — получают измельчением минерала талька. Строение чешуйчатое; по составу тальк - водный силикат магния. Тальк как наполнитель применяют для каучуков, в пластмассах, мастиках и красках. Тальк выпускают марок ТМК-28, ТМК-27, ТМК-24 (цифра указывает на минимальное содержание в процентах оксида магния в тальке). Тальк повышает водо- и атмосферостойкость, прочность и адгезию красок, окрашенной поверхности придает блеск.

Цинковые белила (ГОСТ 202—84) - белый пигмент — состоит из оксида цинка. Как наполнитель очень дорогой, поэтому его применяют редко, в основном в составах на основе латексов. В каучуках оксид цинка служит вулканизирующим агентом, сообщает затвердевшим полимерам высокую прочность. За это свойство цинковые белила называют добавкой-усилителем. Использовать их в композициях с поливинилацетатным полимером (например, в составах и клеях на основе дисперсии ПВА) нельзя, так как при этом образуется нерастворимый осадок, приводящий к порче состава.

К универсальным по химической стойкости наполнителям относят графит, сажу и кокс — материалы, состоящие из углерода. Это порошки серого или черного цвета, у них хорошая адгезия с органическими вяжущими. В декоративных штукатурных растворах графит, сажу и кокс используют в качестве серых и черных пигментов.

Графит (ГОСТ 17022-81*) — природный минерал чешуйчатой структуры, серого цвета с металлическим блеском, плотностью 2200 кг/м^3. После измельчения минерала получают графитовую муку, применяемую в качестве наполнителя в мастиках и пластмассах. На основе графита мастики менее прочные, чем на коксе и саже, но весьма химически стойкие (графит противостоит даже действию плавиковой кислоты). Токопроводящие пластмассы на основе полимеров и графита не накапливают статического электричества.

Сажа — черный порошок, образующийся при сжигании жидкого и газообразного топлива при ограниченном доступе воздуха либо при термической переработке без доступа воздуха. Промышленность выпускает несколько видов и сортов сажи. Сажу как наполнитель применяют в композициях на основе каучуков, улучшая их физико-механические свойства. На основе полимеров и сажи получают светостойкие пластмассы (саженаполненные пленки)

В смеси с более крупными наполнителями сажу используют в клеях и мастиках.

Кокс (ГОСТ 18686—84) — топливо для доменных печей, получаемое при термической обработке без доступа воздуха каменного угля на коксохимических заводах. Состоит почти из чистого углерода; углеводородов и других летучих соединений не содержит. После тонкого измельчения образуется порошок, используемый как наполнитель для полимерных материалов. Благодаря мелкой пористости у коксового порошка высокая адгезия к полимерам. Для этих целей можно после помола использовать коксовую мелочь.

В цветных составах (растворах, клеях, мастиках) кроме наполнителей применяют минеральные пигменты (железный сурик, охру, умбру, оксид хрома и др.).

§ 22. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Определение зернового состава и группы песка

Цель: определить зерновой состав, модуль крупности и группу природного кварцевого песка для строительных растворов.

Ход работы. Через сито с размером отверстий 5 мм просеивают пробу сухого песка; остаток на этом сите отбрасывают, от просеянного отбирают 1000 г песка для последующего просеивания через набор стандартных сит с размерами отверстий (мм): 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14.

Сначала 1000 г песка просеивают через первое сито 2,5 мм. Остаток на нем взвешивают и записывают в таблицу, он называется *частным остатком* (в граммах). То, что прошло через первое сито, просеивают через второе (1,25 мм), частный остаток на нем взвешивают и записывают. В таком же порядке песок просеивают через остальные сита. Взвешивают также пыль, которая прошла сквозь сито 0,14 мм. Частные остатки песка на всех ситах в граммах пересчитывают в процентах, принимая за 100 % 1000 г песка.

Затем вычисляют *полные остатки* в процентах на всех ситах. Полный остаток на первом сите равен частному. Полный остаток есть сумма остатка на данном сите и остатка на предыдущем. Пример записи и подсчета результатов просеивания песка через набор стандартных сит приведен в таблице.

Модуль крупности песка (Мк) вычисляют как частное от деления суммы полных остатков в процентах на 100:

$$Мк = (6+21+40+67+97)/100 = 231/100 = 2{,}31.$$

Следовательно, испытанный песок по зерновому составу — средний, так как полный остаток на сите 0,63 мм составляет 40 % (для среднего песка по норме он должен находиться в пределах 30...45 %), модуль крупности песка Мк=2,31 (для среднего песка он должен быть равен 2...2,5). Содержание пыли, т. е. зерен, проходящих через сито 0,14 мм, составляет 3 %, что менее 10 % по норме.

Зерновой состав песка (навеска 1000 г)

Остатки песка на ситах	Размеры ячеек сит, мм					Количество пыли, прошедшее через сито 0,14 мм	Сумма
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14		
Частные, г	60	150	190	270	300	30	1000
Частные, %	6	15	19	27	30	3	100
Полные, %	6	21	40	67	97	—	—

Для полноты характеристики песка по зерновому составу вычерчивают кривую просеивания песка. Для этого в журнал работ переносят стандартный график зернового состава песка (см. рис. 14). На вертикалях этого графика откладывают точки, соответствующие полным остаткам в процентах на каждом из сит. Полученные точки соединяют штриховой линией. Это и будет кривая зернового состава или просеивания песка. В нашем случае она находится в заштрихованной области стандартного графика, что свидетельствует о пригодности песка по зерновому составу для штукатурных растворов.

В журнале лабораторных работ необходимо описать ход работы, представить результаты просева песка в виде приведенной в лабораторной работе таблицы, привести расчет по определению Мк песка, построить кривую зернового состава и сделать вывод о группе песка, руководствуясь требованиями, приведенными в табл. 4, и о его пригодности для раствора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют заполнителем строительного раствора; наполнителем клея или мастики? 2. Какова роль заполнителей в растворах и наполнителей в мастиках и клеях? 3. Какие вы знаете тяжелые и легкие заполнители для растворов? 4. Расскажите о природных и искусственных песках. 5. Что такое модуль крупности песка? 6. Перечислите заполнители для декоративных штукатурок. 7. Какие заполнители применяют для рентгенозащитных растворов? 8. Расскажите о керамзитовом и перлитовом песках. 9. Расскажите об асбесте как наполнителе. 10. Какие вы знаете виды каменной муки и пыли? 11. Для чего применяют тальк? 12. Какие вы знаете универсальные по химической стойкости наполнители? 13. Как в лабораторных условиях определяют зерновой состав песка? 14. Какие материалы применяют в качестве наполнителей в пластмассах?

ГЛАВА V
СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

§ 23. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАСТВОРНЫХ СМЕСЯХ И РАСТВОРАХ

Строительным раствором называют искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания правильно подобранной смеси, состоящей из вяжущего, воды, мелкого заполнителя и добавок. До затвердевания ее называют растворной смесью.

Раствор применяют в виде тонких слоев — штукатурки, швов каменной кладки, а также небольших изделий. В отличие от бетона в растворе нет крупных заполнителей (щебня или гравия). Растворы предназначены для штукатурных, кладочных и специальных (антикоррозионных, изоляционных) работ. В растворе вяжущее и вода обволакивают зерна заполнителя, уменьшая трение между ними, благодаря чему смесь становится подвижной, удобной для работы. В процессе твердения вяжущее прочно связывает в монолит частицы заполнителя. Вяжущим в растворе являются известь, глина, гипсовое вяжущее, цемент или их смеси. Заполнителем служит природный или искусственный песок. Добавки (неорганические и органические) улучшают свойства растворной смеси и раствора

Строительные растворы классифицируют по плотности, виду вяжущего, составу и назначению.

По средней плотности различают растворы *тяжелые* плотностью более 1500 кг/м³ и *легкие* плотностью менее 1500 кг/м³.

По виду вяжущего растворы бывают известковые, глиняные, гипсовые, цементные, известково-цементные, известково-гипсовые, цементно-глиняные и др. В зависимости от свойств вяжущего растворы бывают *воздушные*, твердеющие в воздушно-сухих условиях (например, известковые, гипсовые, глиняные), и *гидравлические*, начинающие твердеть на воздухе и продолжающие твердеть в воде или во влажных условиях.

По составу растворы делят на простые и сложные (смешанные). Растворы, приготовленные на одном вяжущем, заполнителе и воде, называют *простыми*. Составы простых растворов обозначают двумя числами. Например, известковый раствор состава 1:4 означает, что в растворе на одну часть извести приходится четыре части заполнителя (песка). Растворы, приготовленные на нескольких вяжущих, заполнителе и воде, называют *сложными* или *смешанными*. Составы сложных растворов обозначают тремя числами. Например, состав известково-цементного раствора 1:1:9 означает, что на одну часть извести в растворе приходится одна часть цемента и девять частей заполнителя. В известково-гипсовом растворе состава 1:0,2:4 на одну часть извести приходится 0,2 части гипсового вяжущего и четыре части заполнителя. В составе раствора вода не указывается. Части раствора считают по объему или по массе. Составы растворов устанавливает строительная лаборатория. При пересчете состава раствора из частей по объему в части по массе необходимо знать среднюю плотность всех материалов, составляющих раствор.

В зависимости от соотношения между количеством вяжущего и заполнителя бывают растворные смеси жирные, нормальные и тощие.

Жирными называют растворные смеси с избытком вяжущего, они подвижны и пластичны, но при твердении дают большую усадку и растрескиваются.

Тощие растворные смеси содержат вяжущего относительно небольшое количество. Такие смеси малопластичны, недостаточно подвижны, поэтому менее удобны в работе. Между тем тощие смеси дают малую усадку, что особенно важно при штукатурных работах, обеспечивают экономию вяжущих.

Нормальные растворные смеси занимают промежуточное положение между жирными и тощими.

Жирность растворной смеси определяют погружением в нее весла, палки или лопаты (рис. 16). Тощая смесь

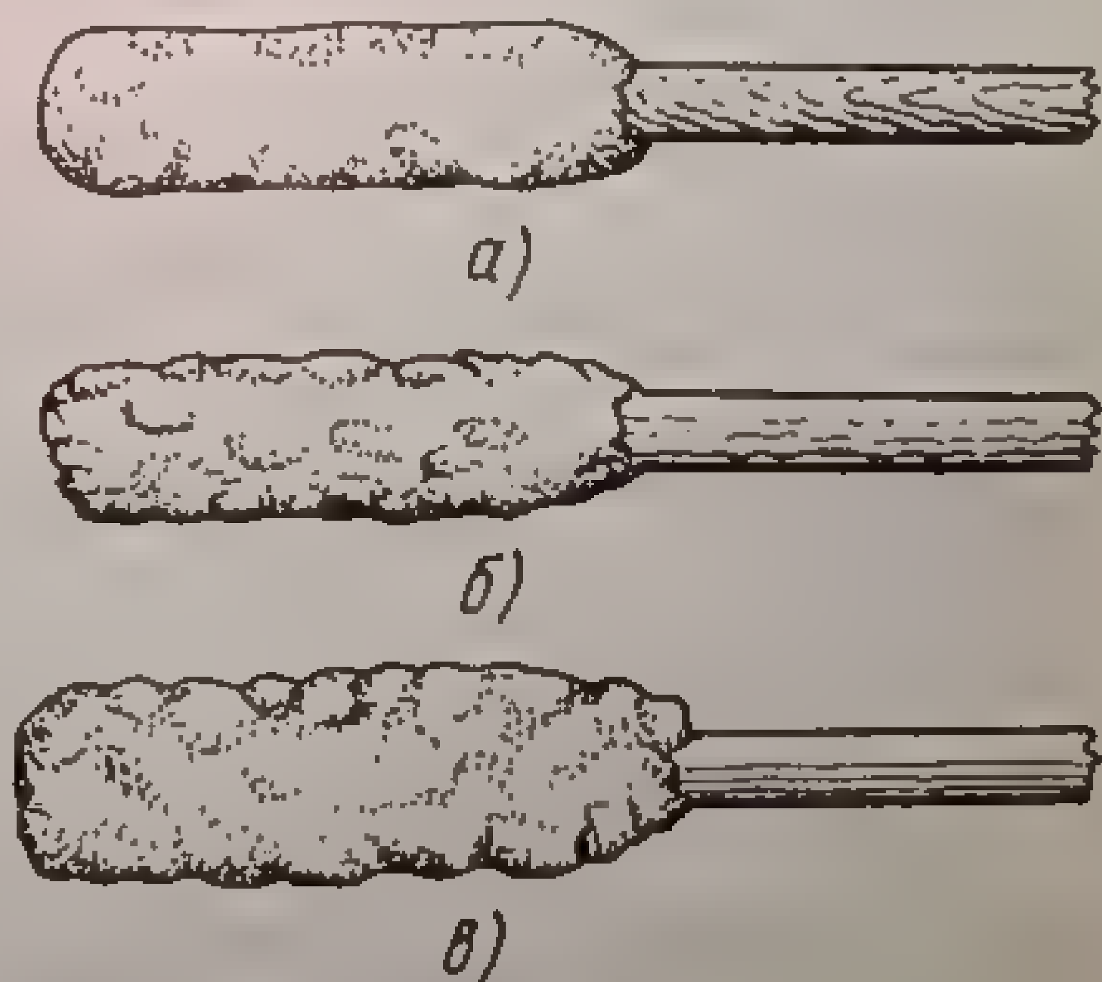


Рис. 16. Растворы по степени жирности:

а — тощий, *б* — нормальный, *в* — жирный

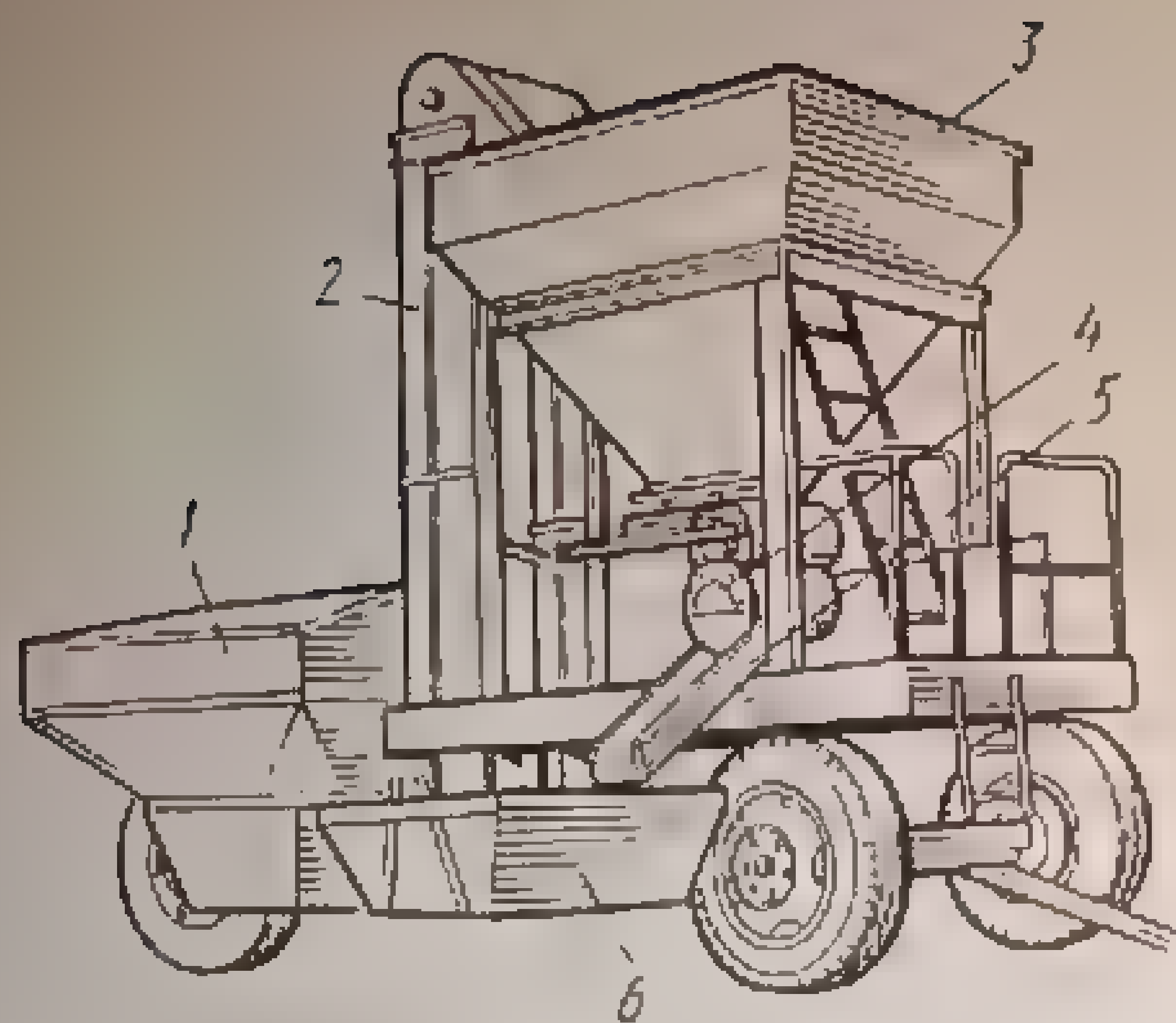


Рис. 17. Передвижная растворосмесительная установка непрерывного действия:

1 — бункер для материалов, *2* — элеватор для подъема материалов, *3* — питательный бункер, *4* — растворосмеситель, *5* — лоток для выгрузки смеси, *6* — накопительный бункер

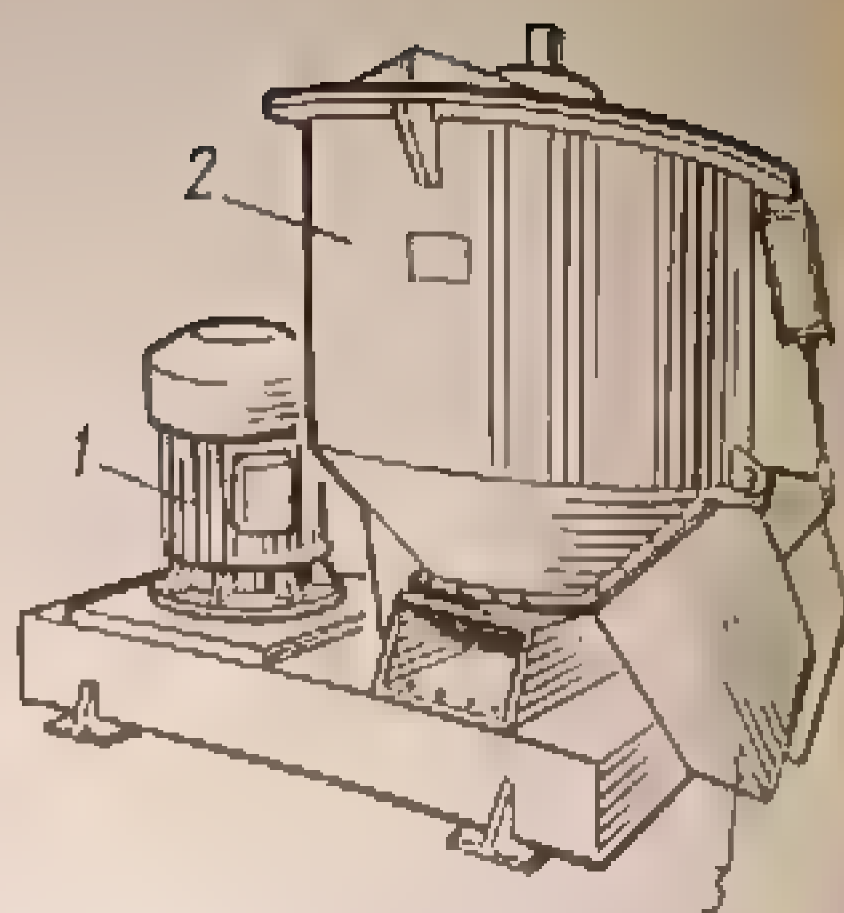


Рис. 18. Турбулентный растворосмеситель СБ-81:

1 — электродвигатель, *2* — бак для смешивания материалов, *3* — разгрузочный люк

почти не прилипает к веслу, нормальная — прилипает в отдельных местах, жирная — обволакивает весло, налипает.

По назначению строительные растворы различают: *кладочные* — для каменой кладки фундаментов, стен, столбов, сводов и пр.; *штукатурные* — для оштукатуривания стен, потолков, фасадов зданий, для декоративных и специальных штукатурок, крепления облицовочных материалов, для устройства мозаичных полов, *монтажные* — для заполнения и заделки швов между крупными элементами при монтаже зданий и сооружений из готовых сборных конструкций и деталей; *специальные* — тепло-, звуко-, гидроизоляционные, защитные против излучений, коррозии и др.

Приготовляют растворные смеси на специализированных растворных заводах, поставляющих готовые смеси к месту применения. Часто приготовление раствора включают в технологическую линию бетонного завода. Централизованное приготовление обеспечивает получение раствора высокого качества с минимальными затратами материалов, энергии и труда.

При небольших объемах работ или при введении в состав добавок — ускорителей твердения — растворы готовят на приобъектных механизированных или передвижных установках. Часто растворы готовят в растворосмесителях периодического действия вместимостью барабана 50, 150, 375 и 750 л или в растворосмесителях непрерывного действия (рис. 17).

Если растворы приготовляют с неорганическими вяжущими и пластификаторами (известь, глина), в смеситель сначала подают воду, затем заполнитель, вяжущее и пластификатор. При изготовлении растворов с органическими пластификаторами сначала перемешивают пластификатор с водой (30...45 с), затем загружают остальные материалы. Смеси перемешивают до однородного состояния не менее 1 мин. Как правило, обычные растворы перемешивают

1,5...2,5 мин. Растворы с легкими пористыми заполнителями перемешивают не менее 2 мин (или 2,5...3,5 мин), растворы с активными минеральными добавками — до 5 мин. В турбулентных смесителях (рис. 18) смеси готовят 30...40 с.

В ряде случаев (например, при отдаленном расположении завода) оправдывает себя применение для штукатурных и облицовочных работ *сухих смесей*, состоящих из вяжущего и высушенного заполнителя. Сухие смеси готовят централизованно, их снабжают паспортом с указанием состава, марки и времени приготовления. Влажность сухой смеси не более 1 %. Смесь, содержащую цемент и активные минеральные добавки, поставляют на строительные объекты в гидроизоляционной упаковке. Сухую смесь затворяют на объекте расчетным количеством воды в небольшом смесителе.

Чем хороши сухие растворные смеси? Они обеспечивают высокое качество, стабильность марки и состава раствора по сравнению с приготовлением его на объекте, что очень важно для декоративных штукатурок; исключается перевозка воды; можно создать запас смеси на объекте и приготовлять раствор в необходимом количестве; устраняются потери смеси при перевозке к месту работ; исключаются все неудобства, связанные с приготовлением, перевозкой и хранением товарных (мокрых) растворов зимой. К недостаткам сухих смесей относятся повышенная стоимость, связанная с затратами на сушку заполнителя, и короткий срок ее хранения.

§ 24. СВОЙСТВА РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ И РАСТВОРОВ

Естественно, что свойства свежеприготовленной растворной смеси и затвердевшего раствора совершенно различны. Основными свойствами растворной смеси являются удобоукладываемость, пластичность (подвижность) и водоудерживающая способность, а затвердевших растворов — плотность, прочность и долговечность. Правильный выбор области применения растворов всецело зависит от их свойств.

Свойства растворных смесей. *Удобоукладываемость* — свойство растворной смеси легко укладываться плотным и тонким слоем на пористое основание и не расслаиваться при хранении, транспортировании и перекачивании насосами. Она зависит от пластичности (подвижности) и водоудерживающей способности смеси.

Пластичность смеси характеризуют ее *подвижностью*, т. е. способностью растекаться под действием собственного веса или приложенных к ней внешних сил. Подвижность почти всех растворных смесей определяют глубиной погружения (в см) стандартного конуса массой (300±2) г. Высота конуса 180 мм, диаметр основания 150 мм, угол при вершине 30°.

В лаборатории конус устанавливают на штативе *1* (рис. 19, *а*), в условиях строительной площадки его подвешивают на цепочке с кольцом (рис. 19, *б*). Конус *3*, удерживаемый за кольцо, подносят к смеси так, чтобы он вершиной касался ее поверхности. Затем конус отпускают и он погружается в смесь под действием собствен-

ного веса. По делениям на шкале или на поверхности конуса определяют глубину погружения его в смесь. Если конус погрузился на глубину 6 см, это значит, что подвижность растворной смеси равна 6 см.

Подвижность растворной смеси зависит прежде всего от количества воды и вяжущего, вида вяжущего и заполнителя, соотношения между вяжущим и заполнителем. Жирные растворные смеси подвижнее тощих. При прочих равных условиях растворы на извести и глине более подвижны, чем на цементе; растворы на природном песке подвижнее растворов на песке искусственном (дробленом). Вид вяжущего подбирают и состав раствора задают в зависимости от требуемой прочности раствора и условий эксплуатации здания.

Рис. 19. Приборы для определения подвижности растворной смеси в лаборатории (а) и на рабочем месте (б):

1 — штатив, 2 — сосуд для раствора, 3 — конус, 4 — трубка, 5 — стрелка, 6 — шкала

Подвижность растворной смеси можно регулировать, увеличивая или уменьшая расход вяжущего или воды. Увеличивая в растворной смеси содержание воды и вяжущего, получают более пластичные (подвижные) и удобоукладываемые смеси. При неизменном количестве вяжущего и при добавлении воды подвижность смеси увеличивается, но снижается прочность раствора, так как увеличивается его пористость. Поэтому с увеличением расхода воды следует пропорционально увеличивать расход вяжущего. Но не всегда целесообразно увеличивать расход цемента (это дорого), его можно заменить частично добавкой извести или глины. Они будут неорганическими пластифицирующими добавками в растворе. Если добавка глины или извести к цементным растворам по ряду причин не допускается, их заменяют органическими пластификаторами.

Водоудерживающая способность — свойство растворной смеси удерживать воду при укладке ее на пористое основание (кирпич, шлакоблоки, бетон и т. п.), а также при ее транспортировании. Водоудерживающую способность увеличивают путем введения в растворную смесь неорганических дисперсных добавок и органических пластификаторов. Смесь с такими добавками отдает воду пористому основанию постепенно, при этом раствор становится плотнее, хорошо сцепляется с основанием, повышается его прочность. Если растворную смесь с малой водоудерживающей способностью нанести на пористое основание, то она быстро обезводится. Раствор при этом получится менее плотным и значительно менее прочным. Степень обезвоживания раствора может оказаться столь значительной, что воды будет недостаточно для твердения раствора. В пло

ных случаях потерю воды компенсируют смачиванием нанесенного раствора в течение нескольких дней.

Удобоукладываемая растворная смесь получается при правильно назначенном зерновом составе ее твердых составляющих (песка, вяжущего, добавки). Тесто вяжущего не только заполняет пустоты между зернами песка, но и равномерно обволакивает песчинки тонким слоем, уменьшая внутреннее трение. Растворная смесь с нормальной водоудерживающей способностью — удобообрабатываемая и удобоукладываемая, мягкая, не тянется за лопатой штукатура, обеспечивает высокую производительность труда. От удобоукладываемости смеси зависит качество каменной кладки и штукатурки. Правильно подобранная и хорошо перемешанная растворная смесь плотно заполняет неровности, углубления, трещины в основании, поэтому получается большая площадь контакта между раствором и основанием, в результате возрастает монолитность кладки и штукатурки, увеличивается их долговечность.

Расслаиваемость — способность растворной смеси разделяться на твердую и жидкую фракции при транспортировании и перекачивании ее по трубам и шлангам. Растворную смесь часто перевозят автосамосвалами и перемещают по трубопроводам с помощью растворонасосов. При этом не редки случаи, когда смесь разделяется на воду (жидкая фаза) и песок и вяжущее (твердая фаза), в результате чего в трубах и шлангах могут образоваться пробки, устранение которых связано с большими потерями труда и времени.

Расслаиваемость растворной смеси определяют в лаборатории. Проверить смесь на расслаиваемость упрощенно можно так. В ведро помещают растворную смесь слоем высотой около 30 см и определяют ее подвижность эталонным конусом. Через 30 мин снимают верхнюю часть раствора (около 20 см) и вторично определяют глубину погружения конуса. Если разность значений погружения конуса близка нулю, то растворную смесь считают нерасслаивающейся, если она находится в пределах 2 см — смесь считают средней расслаиваемости. Разность значений погружения конуса более 2 см свидетельствует о том, что растворная смесь расслаивается.

Если состав растворной смеси подобран правильно и водовяжущее отношение назначено верно, то растворная смесь будет подвижной, удобоукладываемой, она будет обладать хорошей водоудерживающей способностью и не будет расслаиваться. Пластифицирующие добавки как неорганические, так и органические повышают водоудерживающую способность растворных смесей и уменьшают их расслаиваемость.

Свойства растворов. Затвердевшие растворы должны обладать определенной плотностью, заданной прочностью, водонепроницаемостью, морозостойкостью, постоянством объема и в отдельных случаях химической стойкостью.

Плотность раствора зависит от вида и химического состава заполнителя. Истинная плотность обычных цементно-песчаных растворов составляет 2600...2700 кг/м^3. По средней плотности, как известно, строительные растворы подразделяют на тяжелые и легкие.

Растворы плотностью 1500 кг/м^3 и более относят к тяжелым; для их приготовления используют плотные заполнители с насыпной плотностью более 1200 кг/м^3. К легким относят растворы с плотностью менее 1500 кг/м^3; их приготовляют на легких пористых заполнителях с насыпной плотностью менее 1200 кг/м^3.

Тяжелые растворы плотны, прочны, морозостойки и теплопроводны. В отличие от тяжелых легкие растворы благодаря наличию пор, заполненных воздухом, малотеплопроводны. Они достаточно прочны, но не всегда морозостойки. Поэтому легкие растворы применяют не для наружных, а для внутренних штукатурок и устройства подготовок под полы.

Плотность раствора зависит также и от зернового состава заполнителя. Наибольшая плотность заполнителя и раствора будет при определенном соотношении между количеством зерен различной крупности. Так, 1 м^3 песка с зернами размером 1 мм весит около 1400 кг, а смесь зерен размером 0,14...5 мм весит 1600...1800 кг.

Прочность строительного раствора характеризуют маркой, которую определяют по пределу прочности при сжатии стандартных образцов-кубов, изготовленных из рабочей растворной смеси и испытанных после 28-суточного твердения (ГОСТ 5802—86). По пределу прочности при сжатии (кгс/см^2) для растворов установлены марки: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 и 300. Малопрочные растворы марок 4 и 10 получают из местных вяжущих и извести. Прочность растворов при изгибе примерно в 5, а при растяжении в 10 раз меньше прочности при сжатии. Прочность раствора прежде всего зависит от активности и количества вяжущего, от количества воды, качества заполнителей, тщательности приготовления раствора, условий и продолжительности твердения.

Вяжущее вещество в виде теста в растворной смеси твердеет, образуя плотный камень, соединяющий зерна заполнителя в монолит. Следовательно, прочность раствора будет находиться в зависимости от прочности образовавшегося камня и прочности его сцепления с заполнителем. Прочность раствора весьма зависит от активности вяжущего. При прочих равных условиях, чем прочнее вяжущее, тем прочнее и раств...

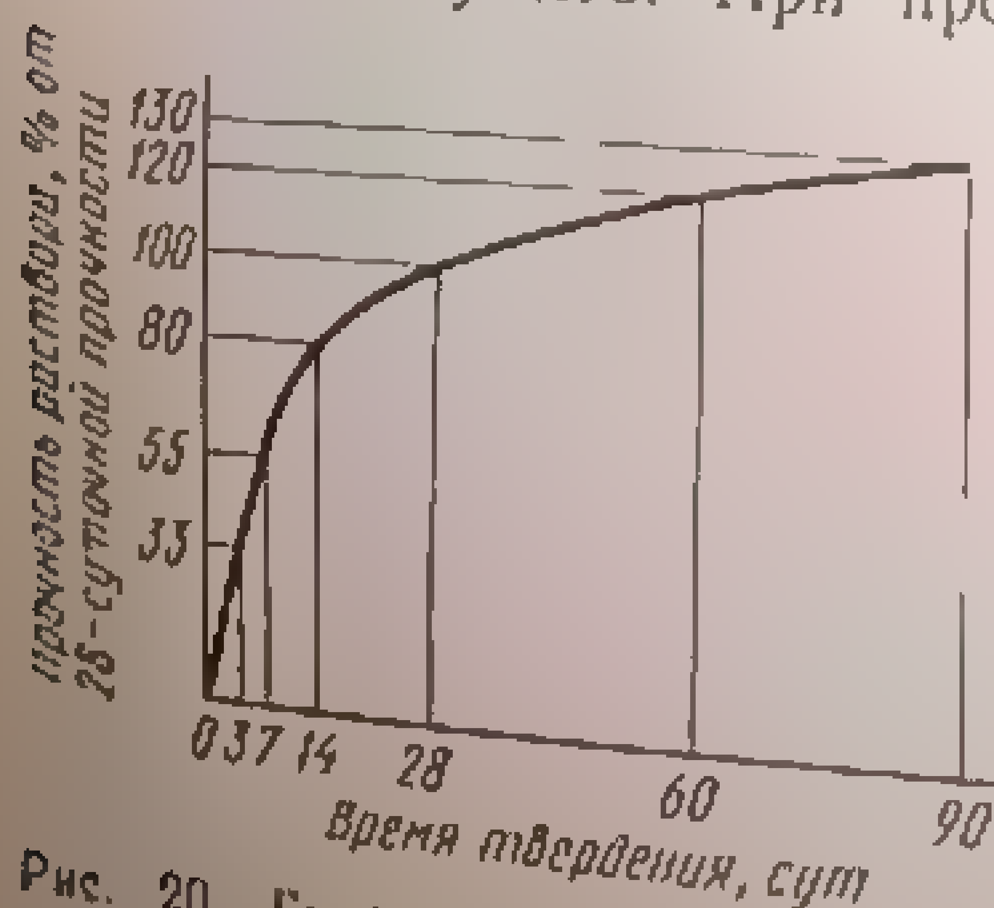


Рис. 20. График зависимости роста прочности при сжатии цементно-песчаного раствора от времени при нормальных условиях твердения

Раствор должен твердеть в о... ределенных (оптимальных) ус... виях. Так, цементные раство... хорошо твердеют во влажных у... ловиях, рост их прочности про... кает постепенно, в первое вре... мя — интенсивно, затем нараст... ние прочности со временем за... жается, но долго продолжает... (рис. 20). Отделочные раство... имеют относительно невысок... прочность (марки 25...50), в т... время как минимальная марк... цемента — 300. В таких раств...

рах большой расход цемента недопустим. Для снижения стоимости раствора и сохранения свойств растворной смеси применяют не один цемент, а два вида вяжущих: цемент и известь или цемент и глину. Известковые растворы твердеют в сухих условиях, рост их прочности протекает очень медленно, прочность их невысокая. Гипсовые растворы твердеют только в сухих условиях и быстро.

На прочность раствора влияет прочность заполнителя. Так, прочность раствора на заполнителе из прочных горных пород на 25...50 % выше, чем раствора на слабых (пористых) заполнителях. Случайная (неправильная) форма и шероховатая поверхность заполнителя обеспечивают прочное сцепление с вяжущим. Поэтому растворы на таких заполнителях имеют более высокую прочность, чем растворы на заполнителях округлой формы с гладкой поверхностью зерен.

Посторонние примеси в заполнителе (глина, ил, пыль) снижают сцепление вяжущего с заполнителем, а значит, снижают прочность раствора. Частицы глины при смачивании их водой набухают, вызывают изменение объема затвердевшего раствора с образованием трещин. Сульфаты натрия или кальция, содержащиеся в заполнителе, разрушают цементный камень в растворе.

На свойства раствора, и в частности на его прочность, влияет количество воды затворения, которое характеризуют *водовяжущим (водоцементным) отношением* — числом, которое получают при делении массы воды затворения на массу вяжущих материалов. Например, для приготовления раствора потребовалось 100 кг воды и 200 кг вяжущего; разделив 100 на 200, получим 0,5. Полученное число и есть водовяжущее отношение. В зависимости от вида вяжущего различают водоцементное, водогипсовое, водоизвестковое отношение и т. д. Установлено, что с увеличением водовяжущего отношения выше определенного предела прочность раствора снижается. Несмотря на это, при приготовлении растворов воды берут больше, чем это требуется для химической реакции твердения вяжущего. В растворах водовяжущее отношение обычно близко к 0,5, хотя для полной гидратации цемента достаточно, чтобы водоцементное отношение было примерно 0,2.

Увеличенный расход воды в растворной смеси вызывается следующим: растворная смесь с малым количеством воды малоподвижна (жестка), работать с ней очень трудно; при твердении раствора с его наружной поверхности испаряется вода, эту потерю компенсирует избыток воды в растворе; материал основания, на которое наносят растворную смесь, поглощает воду, что также компенсирует избыток воды в растворе.

Растворная смесь должна быть однородной, хорошо перемешанной. После твердения она станет прочным раствором. Поэтому установлены минимальные сроки перемешивания растворной смеси в растворосмесителе; чрезмерно длительное перемешивание компонентов растворной смеси не дает заметного увеличения прочности раствора. Прочность раствора в значительной степени зависит от условий твердения. Понижение температуры замедляет реакцию

гидратации вяжущего, а замораживание раствора на ранней стадии твердения приводит к резкому падению его прочности из-за разрывов контактов между кристаллами вяжущего при замерзании воды. В условиях жаркого климата или при сушке раствора нагревательными приборами растворная смесь пересыхает, быстро испаряет воду, обезвоживается, при этом прекращается гидратация вяжущего, раствор теряет прочность, осыпается. Во избежание этого поверхность раствора необходимо смачивать водой.

Твердение вяжущих, а значит, и растворов протекает во времени иногда быстро (гипсовое вяжущее), чаще медленно (цемент), иногда очень медленно (известь). С течением времени прочность раствора повышается. В цементных растворах это связано с гидратацией и кристаллизацией цементных минералов; в известковых растворах прочность растет в результате карбонизации и кристаллизации извести, в глиняных — за счет испарения воды при их высыхании.

Водонепроницаемость строительного раствора важна для наружных штукатурок зданий, стяжек на балконах, подстилающего слоя под керамическую плитку пола в ванной комнате, для специальных гидроизоляционных штукатурок и т. д. Поскольку затвердевший раствор содержит поры, следовательно, абсолютно водонепроницаемых растворов нет. Принято считать водонепроницаемым раствор, пропускающий малое количество воды, которое полностью испаряется с его поверхности, не оставляя мокрых пятен. Чем раствор менее порист, чем он плотнее, тем он меньше пропускает воду. Для повышения водонепроницаемости при приготовлении в раствор вводят добавки — уплотняющие (жидкое стекло) и гидрофобизирующие (полимерные смолы, битум, церезит).

Морозостойкость характеризует долговечность строительного раствора. В зависимости от числа циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые выдержат образцы-кубы размером 7,07×7,07×7,07 см в насыщенном водой состоянии, различают следующие марки раствора по морозостойкости: Мрз 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 и 300. В значительной степени морозостойкость раствора зависит от его плотности и водонепроницаемости, от вида вяжущего, водоцементного отношения, введенных добавок и условий твердения. Морозостойкими должны быть растворы для наружных штукатурок, для кладок наружных стен, для подстилающих слоев наружных облицовок. Строительные растворы для наружных штукатурок и каменных кладок наружных стен имеют марки по морозостойкости: 10, 15, 25, 35 и 50. Во влажных условиях эксплуатации растворы по морозостойкости должны иметь более высокие марки: 100, 150, 200 и 300.

Изменением объема, за редким исключением, сопровождается твердение вяжущих веществ. При твердении гипсовые вяжущие увеличиваются в объеме, известковые вяжущие и большинство цементов — уменьшаются. Исключение составляют расширяющиеся и безусадочные цементы. Изменение объема твердеющего вяжущего вызывает изменение объема твердеющего раствора.

Усадка — уменьшение объема раствора при твердении. Усадка раствора зависит от вида вяжущего, водовяжущего отношения, соотношения количества вяжущего и заполнителя, от времени и условий твердения раствора. С увеличением количества вяжущего, приходящегося на единицу объема раствора, а также с увеличением водовяжущего отношения усадка раствора увеличивается. Быстрая усадка нарастает в начальной стадии твердения раствора, затем рост ее уменьшается и постепенно затухает. У цементных растворов усадка практически прекращается через 3 мес от начала твердения. Абсолютная усадка (по размеру) значительна: для обычных растворов она составляет 0,1...0,4 мм/м, в некоторых случаях может достигать нескольких миллиметров на 1 м длины.

Как правило, усадка — нежелательное явление, особенно в штукатурных, мозаичных растворах, в подстилающих слоях облицовки. Деформации усадки вызывают напряжения между штукатуркой и основанием, между раствором и облицовкой, что приводит не только к появлению трещин, но и к разрушению штукатурки и облицовки. Для уменьшения усадки раствора берут минимально необходимое количество вяжущего и воды, вводят в растворную смесь различные молотые добавки (известняк, песок, шлак). Отделочники знают: чем жирнее раствор, тем усадка его больше, тощие растворы практически не дают усадки.

Затвердевший раствор должен прочно сцепляться с основанием, обладать малой величиной и равномерностью деформации под действием нагрузок, изменений объема в процессе твердения, последующих изменений влажности и температуры среды, окружающей затвердевший раствор.

§ 25. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА

Состав строительного раствора определяют расчетом исходя из его требуемой прочности и подвижности, а также учитывая свойства исходных для раствора материалов. В основу расчета состава раствора по прочности положены формулы Н. А. Попова. Зависимость предела прочности раствора при сжатии R_{28} от активности цемента $R_ц$ и цементно-водного отношения Ц/В определяется формулой $R_{28}=0{,}4R_ц\,(Ц/В-0{,}3)$.

Прочность цементно-известкового раствора, уложенного на пористое основание, удобно выразить в зависимости от расхода вяжущего на 1 м^3 песка и качества заполнителя по формуле $R_{28}=KR_ц(Ц-0{,}05)+4$, где Ц — расход цемента, т на 1 м^3 песка; K — коэффициент качества песка (для крупного песка с малой пустотностью $K=1{,}0$, среднего — $K=0{,}8$, мелкого — $K=0{,}6$ с колебаниями от 0,5 до 0,7).

Прочность смешанных растворов зависит от количества введенной в раствор минеральной добавки — извести или глины (в виде теста). Расход теста на 1 м^3 песка определяют по формуле $V_д=0{,}17(1-0{,}002Q_ц)$, где $Q_ц$ — расход цемента на 1 м^3 песка, кг (табл. 5).

Таблица 5. **Расход цемента в зависимости от его марки и требуемой марки раствора**

Марка раствора	Цемент		
	Рекомендуемая марка	Расход на 1 м³, кг	
		песка	раствора
25	300	105	135
50	300	185	225
	400	140	175
75	300	270	310
	400	200	240
	500	160	195
100	300	340	385
	400	255	300
	500	205	245
150	300	470	510
	400	350	400
	500	280	330
200	400	450	490
	500	360	410

Примечание. Для раствора применяют портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент.

Пример 1. Подобрать состав смешанного строительного раствора подвижностью 9...10 см и марки 50 для оштукатуривания сухого утепленного помещения, используя исходные для раствора материалы со следующими свойствами: вяжущие — шлакопортландцемент марки 300 насыпной плотностью 1000 кг/м³; известковое тесто плотностью 1380 кг/м³; заполнитель — природный кварцевый мелкий песок насыпной плотностью 1250 кг/м³ при влажности 5 %; вода — питьевая водопроводная.

1. Расход цемента на 1 м³ песка определяют по табл. 5.

В нашем случае на 1 м³ песка ($V_п$) необходимо 185 кг цемента или по объему $V_в = 185:1000 = 0,185$ м³.

2. Расход неорганического пластификатора (известкового теста) на 1 м³ песка вычисляют по формуле $V_д = 0,17(1-0,002Q_в)$, где $Q_в$ — расход цемента на 1 м³ песка, кг; $V_д = 0,17(1-0,002\cdot185) = 0,107$ м³ или $m = V_д \cdot \rho_m = 0,107\cdot1380 = 147,7$ кг.

3. Состав раствора в частях по объему вычисляют по формуле $(V_в/V_в):(V_д/V_в):(V_п/V_в)$ в расчете на одну часть цемента $(0,185/0,185):(0,107/0,185):(1,00/0,185) = 1:0,58:5,41$. Аналогично вычисляют состав раствора в мас. ч. — $(185/185):(147,7/185):(1250/185) = 1:0,80:6,76$. Количество воды подбирают на пробном замесе так, чтобы глубина погружения стандартного конуса в смесь была 9...10 см (по заданию).

Пример 2. Определить расход материалов на один замес раствора, состав которого установлен в примере 1. Растворную смесь приготовляют в растворосмесителе СО-46Б вместимостью барабана 80 л (0,08 м³).

1. Вычисляют количество составных частей раствора в частях по объему: $1+0,58+5,41=6,99$.

2. Определяют расход цемента по объему и по массе: $(0,08/6,99)\cdot1=0,0114$ м³ или $0,0114\cdot1000=11,4$ кг.

3. Вычисляют расход известкового теста по объему и по массе: $(0,08/6,99)\cdot0,58=0,0064$ м³, или $0,0064\cdot1380=8,84$ кг.

4. Расход песка $(0,08/6,99)\cdot5,41=0,062$ м³, или $0,062\cdot1250=77,4$ кг.

5. Расход воды (В) для цементно-известковых и цементно-глиняных растворов при подвижности, соответствующей погружению стандартного конуса на 9...10 см, на 1 м³ песка, вычисляют по формуле $В=0,005\ (Q_в+Q_д)$, где $Q_в$ и $Q_д$ соответственно расход вяжущего и неорганических добавок, кг.

В нашем примере для пробного замеса $В = 0,005\cdot(11,4+8,84) = 0,005\cdot20,24 = 0,01$ м³, или 10 л.

Окончательно расход воды уточняют пробным замесом растворной смеси

Выбор вида раствора. Как правило, вид раствора указан в проекте. Если проект не содержит таких указаний, то его выбирают самостоятельно. При этом прежде всего учитывают назначение раствора — для внутренних или наружных штукатурок. Затем предопределяют вид раствора по вяжущему материалу (глиняный, известковый, цементный, гипсовый, цементно-известковый, цементно-глиняный, известково-гипсовый, известково-глиняный и т. д.) При выборе вида раствора важно знать его расположение в штукатурке — для подготовительных или отделочных слоев. Вяжущее и другие компоненты раствора выбирают в зависимости от условий эксплуатации и долговечности здания или сооружения, от назначения штукатурки и вида оштукатуриваемой поверхности.

При выборе вида раствора руководствуются следующими рекомендациями. Для штукатурки наружных каменных и бетонных стен, не подвергающихся увлажнению, используют известковые и цементные растворы на портландцементе марки 400, а также растворы на известесодержащих вяжущих. Наружные деревянные и гипсовые стены штукатурят известковыми растворами с добавками гипсового вяжущего, гажи, глины.

В помещениях с относительной влажностью воздуха при эксплуатации более 60 % (бани, прачечные, ванные комнаты, цехи с мокрыми технологическими процессами и т. п.) при оштукатуривании применяют для обрызга цементные и цементно-известковые растворы на портландцементе.

Для штукатурки помещений с относительной влажностью воздуха при эксплуатации менее 60 % используют следующие виды растворов: для внутренних поверхностей наружных каменных и бетонных стен, а также поверхностей бетонных покрытий — цементно-известковые и известковые, для поверхностей внутренних каменных и бетонных стен и перегородок — известковые; для гипсовых перегородок — известково-гипсовые и гипсовые с наполнителем, для мест сопряжения конструкций в крупнопанельном и крупноблочном строительстве — сухая растворная смесь, затворяемая водой на рабочем месте. Крупность заполнителя и подвижность растворной смеси для обычных штукатурок зависят от расположения слоя в штукатурке (табл. 6).

Перед применением растворные смеси для обрызга и грунта (без легких и армирующих добавок) процеживают через сито с размером ячеек 2,5×2,5 мм. Растворы всех видов, применяемые для накрывки, процеживают через сито с размером ячеек 1,2×1,2 мм. Сухие гипсовые смеси просеивают через сито с размером ячеек 1×1 мм.

Штукатурная растворная смесь должна хорошо сцепляться с отделываемой поверхностью. Простейшую проверку на сцепление производят так. Кирпич погружают в воду на 5...7 мин. Мокрый кирпич укладывают плашмя на стол; вокруг кирпича устанавливают рамку на 2 см выше верхней плоскости кирпича. На кирпич, в

Таблица 6. Крупность заполнителя и подвижность растворной смеси для обычных штукатурок

Наименование слоя штукатурки	Максимальный размер зерен заполнителя, мм	Подвижность растворной смеси, см, при нанесении	
		механизированным способом	вручную
Обрызг (первый подготовительный слой)	2,5	9...14	8...12
Грунт и последующие слои	2,5	7...8	7...8
Накрывка (отделочный слой):			
растворы, содержащие гипсовые вяжущие	1,2	9...12	9...12
растворы без гипсовых вяжущих	1,2	7...8	7...8

рамку, укладывают растворную смесь и штыкуют ее 25 раз металлическим стержнем диаметром 10...12 мм. Излишек раствора в рамку удаляют, а кирпич ставят на тычок на 5 мин. Если после этого раствор не будет сползать, кирпич ставят на другой тычок так же на 5 мин. Растворная смесь с хорошим сцеплением не сползает с плашки кирпича.

Глиняные простые растворы. От других растворов они отличаются высокими пластичностью и связностью, подвижностью и удобоукладываемостью, водоудерживающей способностью и сцеплением с основанием, низкой стоимостью, у них небольшая прочность и слабая водостойкость. На глиняных растворах кладут и штукатурят печи и трубы, внутренние стены и перегородки в малоэтажном строительстве. Глиняные растворы пригодны для оштукатуривания стен сельских малоэтажных зданий, эксплуатируемых в сухих условиях.

В глиняных растворах вяжущим служит глина, добытая в карьере, и глиняный порошок заводского изготовления. Заполнителем в глиняных растворах служит песок, но еще лучше мелкая соломенная сечка, древесные сухие опилки, дробленая стружка и костра как льняная, так и конопляная. Эти заполнители сообщают раствору большую прочность и вязкость, облегчают его сушку. Глиняные растворы с такими заполнителями должны проходить без остатка через сито с размером ячеек (3×3)...(5×5) мм.

Перед приготовлением раствора глину размачивают, чтобы разъединить ее частицы и увеличить их общую поверхность. Для этого глину укладывают в бурт или ящик и обильно поливают водой, покрывают щитами или матами, защищая от высыхания. В таком состоянии глину выдерживают несколько дней, периодически увлажняя водой.

Составы глиняных растворов не рассчитывают, а назначают в зависимости от жирности и плотности глиняного теста (табл. 7).

Чем жирнее глиняное тесто, тем больше оно воспринимает за-

Таблица 7. Составы глиняных простых растворов (при подвижности теста 13...14 см)

Глина	Содержание песка в глине, % по массе	Средняя плотность глиняного теста, кг/м³	Состав раствора, [illegible]
Жирная	5	1350	1:4
Средняя (нормальная)	15	1450	1:3
Тощая (суглинок)	30	1550	1:2,5

полнителя при приготовлении смеси. О жирности глиняного теста судят по его плотности. Для определения плотности готовят тесто подвижностью 13...14 см, затем его процеживают через сито, помещают в сосуд вместимостью 1000 см³, взвешивают и вычисляют плотность (массу теста делят на его объем). Плотность жирного глиняного теста 1300...1400, среднего — 1400...1500, тощего 1500...1600 кг/м³.

При применении вместо теста глиняного порошка его дозируют при тощей глине в таком же количестве, как и тесто, при глине средней жирности — уменьшают по сравнению с объемом теста на 15 %, а при жирной глине — на 25 %.

Глиняные смешанные растворы. Чтобы повысить водостойкость и в некоторой мере прочность, в глиняные растворы добавляют цемент, чаще — известь и черные вяжущие (битумы, дегти, пеки). При этом получают глиноцементные, глиноизвестковые, глинобитумные, глинодегтевые и глинопековые растворы.

Чем жирнее глина, тем больше берут заполнителя. Рекомендуются следующие составы глиняных смешанных ретворов (в частях по объему): глиноцементные — 1:0,15:(4...5), глиноизвестковые на молотой негашеной извести — 1:0,2:(3...5), глиноизвестковые на гидратной извести и известковом тесте — 1:0,3:(3...5), глинобитумные, глинодегтевые, глинопековые — 1:(0,1...0,05):(2,5...4).

Такие растворы готовят в растворосмесительных установках. Сначала примерно в равных объемах в смеситель загружают глину и воду и перемешивают их в течение 5 мин. Полученное глиняное молоко сливают через решетку. Примерно через 10...20 замесов барабан смесителя очищают от комьев, гравия и других отходов. Для приготовления глиноцементных или глиноизвестковых растворов цемент или известковое тесто добавляют в хорошо перемешанное и процеженное глиняное молоко и после тщательного перемешивания вводят заполнитель.

Битумные вяжущие могут быть жидкими и твердыми. Если вяжущее жидкое, то в смеситель сначала вливают воду, затем подают глину и жидкое битумное вяжущее, компоненты перемешивают в течение 30...45 с. После этого загружают заполнитель и смесь снова перемешивают 1 мин. Твердое битумное вяжущее нагревают до плавления, после чего перемешивают с глиной.

Глиняные растворы замечательны тем, что их можно без изменения свойств долго хранить под мокрой мешковиной или рогожей

Глиноизвестковые растворы хранят не более 2...3 сут. Глиноцементные растворы следует использовать до начала схватывания цемента, т. е. не позднее 1...2 ч после их затворения водой.

Известковые растворы. Они известны строителям и отделочникам с давних времен. Работать с известковыми растворами легко благодаря их высокой пластичности и удобоукладываемости. Они медленно схватываются и твердеют, при твердении выделяют воду, медленно сохнут. Известковые растворы хорошо сцепляются с кирпичом, шлакобетоном, древесиной, хуже — с бетоном. Поэтому при оштукатуривании бетонных поверхностей обрызг выполняют цементным или известково-цементным раствором. В сухих условиях эксплуатации известковые растворы достаточно прочны. Растворы на гидравлической извести пригодны для применения в атмосферных условиях — для оштукатуривания фасадов и других поверхностей, подвергающихся увлажнению.

Составы известковых растворов зависят от качества (сорта) извести и назначения штукатурного слоя. При использовании известкового теста плотностью 1400 кг/м³, содержащего 50 % воды, полученного из извести 2-го сорта, рекомендуются следующие составы известковых растворов (в частях по объему): для обрызга — 1:(2,5...4); для грунта — 1:(2...3); для накрывки — 1:(1...2). При использовании извести 1-го сорта количество теста в составах уменьшают на 10 %. Если тесто содержит воды больше или меньше 50 %, дозировку теста изменяют так, чтобы количество извести в растворе было таким, как указано в составе.

Для оштукатуривания сухих помещений рекомендуются сухие известково-песчаные смеси следующего состава (по объему): для обрызга и грунта — 1:(2...3), для накрывки — 1:(1...1,5). Для известковых штукатурных растворов следует применять выдержанную, полностью гашеную известь.

Свежегашеную известь процеживают через сито 0,315 мм, чтобы в раствор не попали плохо погасившиеся частицы, которые могут вызвать в штукатурке раковины («дутики»). Для снижения расхода извести в известковые растворы вводят добавки — мылонафт, омыленный древесный пек и др. Лучше всего в раствор вводить не известковое тесто, а известковое молоко. Для этого тесто размешивают в том количестве воды, которое требуется для приготовления раствора, и полученное известковое молоко перемешивают с заполнителем.

Так как известковые растворы твердеют медленно, их приготовляют в количестве, достаточном для работы на 2...3 сут. Перед работой загустевший раствор доводят до рабочей густоты, добавляя в него воду и тщательно перемешивая.

Известково-гипсовые растворы. Чтобы ускорить твердение известковых растворов, добавляют гипсовое вяжущее. В результате получают известково-гипсовые растворы. Для слоев штукатурки рекомендуются следующие составы известково-гипсовых растворов (в частях по объему): обрызг — 1:(0,3...1):(2...3); грунт — 1:(0,5...1,5):(1,5...2); накрывка — 1:(1...1,5):0.

Известково-гипсовые растворы начинают схватываться приблизительно через 5 мин после затворения водой. При значительном объеме штукатурных работ в такие растворы вводят замедлители схватывания в следующем количестве (% от массы гипсового вяжущего): клей (мездровый или костный) или клееизвестковый состав 1:0,5:8,5 (клей:известь:вода) — 0,2...0,5; известь, квасцы, бура — 5...20. Добавки-замедлители применяют в виде водного раствора, а гашеную известь в виде теста плотностью 1400 кг/м^3.

Поскольку известково-гипсовые растворы твердеют быстро, поверхность штукатурки (особенно накрывки) должна быть обработана до начала схватывания гипсового вяжущего.

Растворы для бесшпатлевочной накрывки. Растворы приготовляют на хорошо выдержанном жирном известковом тесте и песке с зернами крупностью не более 0,5 мм. Состав раствора (в частях по объему) 1:1; если тесто очень жирное — 1:2, если тощее — 1:0,5. Для удобства работы в раствор добавляют гипсовое вяжущее (до 5 % от массы извести). Подвижность растворной смеси должна соответствовать 6...7 см погружения эталонного конуса.

Раствор следует использовать до начала схватывания гипса. Толщина слоя накрывки не должна превышать 2 мм, так как жирные растворы дают большую усадку. Под клеевую окраску накрывку затирают войлочной теркой, в результате получается поверхность мелкозернистой фактуры. Под масляную окраску поверхность затирают до гладкости стальной или пластмассовой гладилкой.

После заглаживания и затвердевания накрывку не требуется шпатлевать и шлифовать. Известковую штукатурку с бесшпатлевочной накрывкой применяют для отделки помещений жилых, культурно-бытовых и общественных зданий.

Растворы для беспесчаной накрывки. Растворы приготовляют из смеси извести с гипсовым вяжущим. Известковое тесто размешивают в воде до получения известкового молока. При непрерывном перемешивании в известковое молоко вводят струей гипсовое вяжущее. Если накрывку наносят на влажную штукатурку, то состав раствора (в мас. ч.) берут в соотношении 1:3; на слегка влажную 1:2, на сухую 1:1 (известь:гипсовое вяжущее).

После приготовления раствор сразу же используют, так как начало схватывания его наступает через 5...15 мин. Для повышения подвижности добавлять воду в растворную смесь после начала схватывания нельзя, так как это понижает прочность раствора. Толщина слоя накрывки не должна превышать 2 мм.

Растворы на негашеной молотой извести. Такие растворы через 5...10 мин после затворения водой теряют подвижность, расслаиваются и через 20...30 мин схватываются; спустя 15...20 мин после затворения температура раствора может доходить до 100 °С. Поэтому для улучшения свойств растворов вводят добавки — глину, гипсовое вяжущее, цемент (табл. 8). Наилучшая добавка — глина.

Так, при добавлении 0,3...1 ч. глины от массы молотой извести подвижность раствора сохраняется в течение 30...45 мин, уменьша-

Таблица 8. Составы штукатурных растворов на молотой извести 1-го сорта для работы летом (части по объему на 1 ч. извести)

Индекс состава	Добавка			Песок	
	глина	гипсовое вяжущее	цемент	природный	шлаковый
А	1	—	—	6...7	—
Б	0,5	—	—	3,5...4	—
В	0,3	—	—	4...5	—
Г	1	0,6	—	8...10	—
Д	—	—	—	—	4...5
Е	—	—	0,5	3,5...4	—
Ж	—	0,5...2	—	4	—

Примечания. 1. Для работы зимой на одну часть уменьшают количество песка или природный песок заменяют шлаковым.

2. Растворы В и Г применяют только для отделки сухих помещений, Ж — для вытягивания тяг.

3. При перекачивании растворов В, Д и Е растворонасосом в них дополнительно вводят 0,5 ч. глины для повышения их пластичности.

ется расслаиваемость смеси, температура раствора понижается до 50...60 °С.

Подбирают и окончательно устанавливают состав раствора на молотой негашеной извести в строительной лаборатории. Правильность подбора состава раствора проверяют на пробных картах, оштукатуривая площадь не менее 0,5 м^2 для каждой карты. Если в течение пяти дней на пробных картах обнаружится вздутие штукатурки, слабое сцепление ее с основанием и штукатурных слоев между собой, появление трещин и осыпание штукатурного слоя, раствор бракуют.

Приготовляют растворы на молотой извести в механизированных растворосмесительных установках. Известь и другие сухие компоненты загружают в растворосмеситель и перемешивают 1,5 мин. После этого добавляют воду и глиняное молоко и смесь перемешивают 3 мин. Молотую негашеную известь можно добавлять в готовую растворную смесь или в заранее приготовленную основу для раствора.

На молотой негашеной или гидратной извести для приготовления сухих смесей рекомендуются следующие составы (в частях по объему): для перетирки бетонных поверхностей стен и перегородок и накрывки — 1:1,2:3,3 (молотая негашеная известь : известняковая мука : песок), для затирки бетонных поверхностей под окраску — 1:3 (молотая негашеная известь : песок); для обрызга и грунта по кирпичным и шлакобетонным стенам — 1:4,7 (гидратная известь : песок); для накрывки — 1:3,35 (гидратная известь : песок), для накрывки по цементной штукатурке — 1:0,3:4,3 (гидратная известь : портландцемент : песок).

Приготовляют сухие растворные смеси и основы растворов следующим образом. В сухом помещении на дощатый настил поме-

щают поочередно слои глины и извести толщиной около 15 см на высоту до 1 м. Соотношение между глиной и известью должно соответствовать составу раствора. Более суток (около 30 ч) известь частично гасится за счет воды, содержащейся в глине, при этом влажность глины уменьшается до 2...3 %. Смесь сухих извести и глины дробят в щековой дробилке и измельчают в шаровой мельнице, затем подают в растворосмеситель, где перемешивают с сухим песком.

При работе с порошкообразной известью (молотой и гидратной) необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Операции погрузки и разгрузки извести должны быть механизированы. Распыление извести не допускается. Концентрация известковой пыли в воздухе рабочих помещений не должна превышать 2 мг/м³. Работающие с порошкообразной известью должны быть обеспечены пыленепроницаемой спецодеждой, рукавицами, респираторами, пылезащитными очками. После смены каждый рабочий должен принять душ. К работе с порошкообразной известью допускаются лица, прошедшие специальный медицинский осмотр, который повторяют через каждые 6 мес.

Цементные растворы. Растворы на портландцементе, шлакопортландцементе и других цементах дороги и менее удобны в работе, чем растворы известковые и глиняные; они менее пластичны и удобоукладываемы. Цементными растворами штукатурят наружные стены и поверхности влажных помещений, а также конструкции, на которых требуется весьма прочная штукатурка. Рекомендуются следующие составы цементных растворов (в частях по объему): 1:(2,5...4) — для обрызга; 1:(2...3) — для грунта, 1:(1...1,5) — для накрывки. Накрывочный слой нужно окончательно затереть до начала схватывания цемента.

Подвижность и удобоукладываемость цементных растворов повышают, вводя в них пластификаторы ЛСТ, суперпластификаторы, гидрофобизирующую жидкость 136-41, а также синтетический латекс и поливинилацетатную дисперсию (ПВАД). Латекс и дисперсия не только пластифицируют смесь, но повышают адгезию и прочность растворов. В растворы на цементе марки 400 и выше добавка пластификатора обязательна, так как это даст экономию цемента и повышает водоудерживающую способность растворной смеси.

При заделке раковин, выбоин, трещин и прочем ремонте бетонных поверхностей для хорошего сцепления раствора с бетоном применяют полимерцементные растворы. Перед нанесением раствора дефектные места предварительно грунтуют латексом СК или 7 %-ным раствором ПВАД, или в цементный раствор добавляют 5 %-ный водный раствор нитрита натрия. Латекс снижает усадку раствора.

Цементные растворы приготовляют также из сухих цементно-песчаных смесей. Перед работой сухую смесь затворяют необходимым количеством воды. Для наружных штукатурок стен, карнизов, цоколей и других элементов, подвергающихся систематическому увлажнению, а также для штукатурки влажных помещений реко-

Таблица 9. **Составы цементно-известковых растворов**

Оштукатуриваемая поверхность	Штукатурный слой	Состав, части по объему
Наружные стены, цоколи, карнизы и другие элементы, подвергающиеся систематическому увлажнению, а также внутренние стены в помещениях с относительной влажностью воздуха более 60 %	Обрызг	1:(0,3...0,5):(3...5)
	Грунт	1:(0,7...1):(2,5...4)
	Накрывка	1:(1...1,5):(1,5...2)
То же, с относительной влажностью воздуха менее 60 % (поверхности, не подвергающиеся систематическому увлажнению)	Обрызг	1:(0,5...0,7):(4...6)
	Грунт	1:(0,7...1):(3...5)
	Накрывка	1:(1...1,5):(2...3)

мендуются следующие составы сухих цементно-песчаных смесей (в мас. ч.): 1:(2...3) — для обрызга; 1:(1,5...2,5) — для грунта 1:(1...1,5) — для накрывки.

Цементно-известковые растворы. Для оштукатуривания наружных и внутренних поверхностей применяют цементно-известковые растворы. Цемент обеспечивает прочность, влаго- и морозостойкость штукатурки, а известь повышает пластичность и удобоукладываемость растворной смеси. Кроме того, наличие извести дает экономию цемента и удешевляет раствор. В цементные растворы для оштукатуривания по бетону добавляют известковое тесто 20...30 % от массы цемента. Чтобы понизить водоцементное отношение и повысить прочность, в цементно-известковые растворы вводят пластификаторы — ЛСТ, мылонафт, омыленный пек и подмыленный щелок. Составы цементно-известковых растворов приведены в табл. 9.

Цементно-известковые растворы приготовляют так: составляют сухую цементно-песчаную смесь; в сухую смесь добавляют известковое молоко и воду до получения требуемой подвижности или в известково-песчаную растворную смесь добавляют цемент.

Цементно-известковые растворы при перекачивании растворонасосами не расслаиваются, поэтому их легко подавать на этажи и к рабочим местам, а также наносить слои штукатурки механизированным способом.

В растворах для обычных штукатурок вместо извести можно применять цементную пыль в соотношении (мас. ч.) 1:1 (цемент : цементная пыль).

Цементно-глиняные растворы применяют для оштукатуривания наружных стен зданий, не подвергающихся систематическому увлажнению, а также для оштукатуривания в сухих помещениях стен, перекрытий, перегородок. Глину в раствор вводят в виде теста подвижностью 13...14 см. Состав раствора в частях по объему, не более — 1,5:1 (глиняное тесто : цемент). При использовании вместо теста глиняного порошка грубого помола его дозируют так же, как и при приготовлении глиняных растворов.

Гидроизоляционные, или водонепроницаемые, растворы применяют для оштукатуривания внутренних поверхностей специальных сооружений — тоннелей, хранилищ и др. Это жирные цементно-песчаные растворы состава (1:1)...(1:3), в которые вводят добавки-уплотнители: церезит, жидкое стекло, алюминат натрия, хлорид железа, полимеры, битумную эмульсию.

Цементные растворы с добавкой церезита — самые распространенные из водонепроницаемых. Церезит — материал заводского изготовления — состоит из извести, олеиновой кислоты, аммиака и водного раствора сульфата аммония. Это желтоватая или белая сметанообразная смесь, состоящая из 30...40 % нерастворимых взвешенных частиц и 70...60 % воды. В растворы вводят церезитовое молоко, состоящее из 1 мас. ч. церезита и 10 мас. ч. воды. Зимой точку замерзания церезита понижают добавкой в него около 10 % денатурированного спирта.

В жирных цементных растворах, затворенных церезитовым молоком, при твердении церезит заполняет мелкие поры, уплотняет раствор, делая его водонепроницаемым. Цементные растворы на церезите медленно схватываются, слабо сцепляются с предыдущим слоем штукатурки, сползают с него. Применяют такие растворы не позднее чем через 1 ч после их приготовления.

Церезитовые растворы используют также при устройстве водонепроницаемых плиточных полов. Для этой цели рекомендуется следующий состав раствора (в частях по объему): 1:(0,1...0,2):0,12:(2...3) (цемент:глина:церезит:песок).

Цементные растворы на жидком стекле получают путем затворения сухих цементно-песчаных смесей разведенным в воде до требуемой плотности жидким стеклом. Растворы на жидком стекле быстро схватываются (через 1...2 мин после их затворения). Поэтому такие растворы готовят малыми порциями и сразу же используют. Затвердевая, жидкое стекло образует на штукатурке водонепроницаемую и огнестойкую пленку. Пленка эта легко разрушается под действием углекислоты воздуха, поэтому накрывку выполняют жирным цементным раствором с железнением поверхности. Для этого поверхность штукатурки посыпают сухим цементом и заглаживают стальной гладилкой.

Растворы на жидком стекле не только водонепроницаемы, они непроницаемы для нефтепродуктов — керосина, бензина, масел. Быстрое схватывание растворов на жидком стекле позволяет заделывать ими трещины, из которых сочится вода.

Цементные растворы с алюминатом натрия получают путем затворения 2...3 %-ным раствором алюмината натрия сухой цементно-песчаной смеси состава 1:(2...3). Для этих растворов применяют портландцемент и сульфатостойкий портландцемент марки 400 (другие цементы не применяют).

Обычно на стройку поставляют 30 %-ный водный раствор алюмината натрия плотностью 1440 кг/м^3. Его разводят для получения

2 %-ного раствора алюмината натрия 15 ч. воды, а для получения 3 %-ного — 10 ч.

Растворы на алюминате натрия схватываются через 10...30 мин. Температура раствора может быть 10...30 °С. Штукатурят таким раствором при температуре воздуха в помещении не ниже 5 °С. Приготовляют раствор сравнительно небольшими порциями и, поскольку он хорошо твердеет во влажной среде, штукатурку регулярно увлажняют в течение 3 сут.

Растворы с алюминатом натрия применяют для штукатурок по сырым, невысыхающим поверхностям бетона и каменной кладки для водонепроницаемых цементных стяжек в санузлах, а также для заделки трещин в бетоне, через которые сочится вода. Эти растворы применяют реже, чем растворы на жидком стекле и церезитовые, так как они раздражают кожу и слизистые оболочки, имеют сильную щелочную реакцию. Работать с ними надо в защитных очках, перчатках, резиновых сапогах и фартуке. В помещении, где работают с растворами на алюминате натрия, для оказания первой помощи при ожогах должна быть водопроводная вода и сосуд с нейтрализующим составом — 1 %-ным раствором уксусной кислоты или 0,5 %-ным раствором двууглекислой соды.

Растворы для теплоизоляционных штукатурок приготовляют на пористых легких заполнителях, например на перлитовом песке. Составы и способы приготовления таких растворов не отличаются от составов и способов приготовления обычных штукатурных растворов с песчаным заполнителем, их только дольше перемешивают. Поверхности сухих помещений штукатурят раствором состава 1:3 в частях по объему (цемент : древесные опилки, пропитанные известковым молоком). К этому раствору можно добавлять одну часть шлакового или природного песка. Поверхности помещений с высокой влажностью (бани, прачечные) штукатурят раствором состава 1:0,5:1:(3...4) мас. ч. (цемент : известковое тесто : асбест : песок).

Растворы для акустических штукатурок приготовляют на портландцементе, шлакопортландцементе, гипсовом вяжущем, извести, каустическом магнезите и легком пористом песке с крупностью зерен 3...5 мм. Песок применяют пемзовый, туфовый, керамзитовый, аглопоритовый, из вспученного перлита и т. п. Состав растворов 1:4 в частях по объему (вяжущее:заполнитель); плотность легких растворов 600...1200 кг/м³.

Удобны в работе сухие гипсоперлитовые смеси заводского изготовления, поставляемые на строительство в бумажных мешках. В состав таких смесей входят вяжущее (гипсовое или ГЦПВ), песок из вспученного перлита и замедлитель схватывания. Сухие смеси для огнезащитных штукатурок содержат и асбест или гранулы из минеральной ваты. Сухие смеси хранят в сухих условиях.

Акустические штукатурки наносят по слегка схватившемуся грунту из обычного цементно-песчаного раствора состава (1:3) (1:4) с добавкой 10 % известкового теста. Поверхность штукатурки не заглаживают, а только разравнивают полутерком. Акустические

штукатурки поглощают звук, снижают уровень шума; их применяют в помещениях радиостудий, концертных залах, студиях звукозаписи и т. д.

Армированые растворы — цементные или цементно-известковые растворы, армированные волокнистыми веществами — асбестом, отходами (очесами) шерстяного и синтетического ткацкого производства. Их применяют для оштукатуривания по металлической сетке, они хорошо заполняют ячейки сетки и создают сплошную поверхность, на которую можно наносить любым способом последующие слои штукатурки. Составы растворов: цементных — 1:3, цементно-известковых — 1:(0,1...0,25):3; в них вводят 0,5...1 мас. ч. армирующей добавки. Добавку можно перемешивать с известковым молоком либо с сухой цементно-песчаной смесью, которую затворяют известковым молоком.

Растворы для оштукатуривания печей — глинопесчаные растворы состава 1:2 (при глине средней жирности). Хорошие результаты дают смешанные глиноизвестковые или глиноцементные растворы состава (в частях по объему) 1:1:2 с добавкой 0,1 ч. асбеста низкой группы. Асбест перемешивают с песком или с цементно-песчаной смесью, которую затворяют известковым или глиняным молоком.

Рентгенозащитные растворы применяют для оштукатуривания помещений, а которых ведутся работы, связанные с рентгеновским или γ-излучением. Растворы используют тяжелые плотностью более 2200 кг/м^3. В значительной мере такая штукатурка заменяет дорогостоящую обшивку свинцовыми листами.

В рентгенозащитных растворах вяжущим служит портландцемент или шлакопортландцемент марки 500, а заполнителем — песок и пыль из тяжелых пород — барита, магнетита, лимонита и др. Зерна заполнителя должны быть не более 1,25 мм. Для повышения защитных свойств в раствор вводят добавки, содержащие водород, литий, кадмий, бор.

Состав раствора и толщина штукатурки зависит от мощности излучения и в каждом случае указывается в проекте. Часто пользуются раствором на баритовом заполнителе, удобоукладываемость которого повышают добавкой поливинилацетатной дисперсии. Рекомендуемый состав раствора (в частях по массе): быстротвердеющий портландцемент марки 500—1; поливинилацетатная дисперсия — 0,1; молотый баритовый концентрат — 4. Воду добавляют до получения требуемой подвижности смеси. По свойствам баритовые растворы близки к обычным штукатурным, но они тяжелы и медленно схватываются, поэтому штукатурный намет может сползать. Во избежание сползания баритовый раствор наносят тонкими слоями толщиной 4...6 мм.

Кислотоупорные растворы применяют для устройства антикоррозионных покрытий конструкций, подвергающихся воздействию кислот. Вяжущим в этих растворах служит жидкое стекло: натриевое (силикатный модуль 2,4...2,8, плотность 1,38...1,40 г/см^3) и калиевое (силикатный модуль 3...3,2, плотность 1,30...1,32 г/см^3).

Отвердителем растворов на жидком стекле служит измельченный фторосиликат натрия (около 15 % массы жидкого стекла). Заполнителями в растворах являются песок и тонкомолотый наполнитель. Кроме природного кварцевого песка применяют искусственный песок, получаемый дроблением кислотостойких горных пород (андезита, диабаза, базальта, гранита, бештаунита), диабазового литья и керамического боя.

Соотношение между наполнителем и песком принимают при использовании натриевого жидкого стекла — 1:(1,5...3), калиевого — 1:1. Крупность зерен песка до 2 мм. Песок должен быть чистым (без глины, известняка, мела, органики). Водостойкость растворов повышают введением молотых добавок, содержащих реакционно-способный кремнезем (опал, кремень, диатомит, трепел). Непроницаемость и плотность кислотоупорных растворов повышают добавками парафиновой эмульсии и полимерами — фуриловым спиртом, фурфуролом и др.

Наполнитель, фторосиликат натрия и добавку активного кремнезема просеивают через сито 0,315 мм и тщательно перемешивают в заданной пропорции. Фуриловый спирт предварительно перемешивают с жидким стеклом до однородного по виду состояния.

Кислотоупорные растворы приготовляют на месте работ в сухом и теплом помещении в отведенном для этого растворосмесителе. В смеситель загружают сухие песок, наполнитель, активный кремнезем и перемешивают их в течение 3...4 мин. В сухую смесь вливают жидкое стекло (или его смесь с добавками) и все перемешивают в течение 3...5 мин до однородного по виду состояния. Подвижность готовой смеси 2...5 см. Смесь готовят в количестве, которое можно израсходовать не более чем за 40 мин. Рекомендуется заранее готовить сухую смесь, которую засыпают в смеситель с жидким стеклом и перемешивают.

Жидкое стекло и фторосиликат натрия хранят в емкостях с плотно закрывающимися крышками. Готовят и работают с кислотоупорными составами, строго соблюдая меры безопасности. К работе допускают только специально обученных рабочих, обеспеченных очками, защитной одеждой, рукавицами, респираторами. Нельзя допускать пыления фторосиликата натрия. Брызги жидкого стекла, фторосиликата натрия и фурилового спирта смывают с кожи водой. Фуриловый спирт огнеопасен (воспламеняется при температуре 70 °С), поэтому при работе с ним надо соблюдать правила пожарной безопасности (в зоне радиусом 25 м нельзя курить, вести сварочные работы, разводить огонь). В местах приготовления и применения кислотоупорных растворов нельзя хранить и принимать пищу, нельзя хранить чистую одежду. До работы и после окончания смены производственное помещение необходимо проветривать.

§ 28. РАСТВОРЫ ДЛЯ ЦВЕТНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ШТУКАТУРОК

Виды штукатурок. Основные виды цветных декоративных штукатурок для наружной и внутренней отделки зданий, а также лице-

вых поверхностей панелей — известково-песчаные, терразитовые, каменные и сграффито. Цветные штукатурки имитируют облицовку природным камнем, дают оригинальные цветовые решения фасадов зданий.

Известково-песчаные штукатурки, обработанные в пластичном или полузатвердевшем состоянии, дают разнообразную фактуру поверхности, имитирующие горные породы — песчаник и травертин. Заполнителем в таких штукатурках служит кварцевый песок, реже — высевки горных пород. Поэтому известково-песчаные штукатурки — самые экономичные из цветных штукатурок.

Терразитовые штукатурки получают из сухих терразитовых смесей. Заполнителем в них кроме кварцевого песка служит каменная крошка различной крупности. Такие штукатурки обрабатывают в полузатвердевшем состоянии с помощью пескоструйного аппарата, гвоздевыми щетками, циклеванием зубчатой циклей. В результате получают фактуру поверхности мелкой или средней зернистости, имитирующей туф или песчаник.

Каменные штукатурки — сложный и трудоемкий вид цветной декоративной штукатурки, заполнителем в которой служит каменная крошка какой-либо горной породы (гранита, мрамора). Поверхность затвердевшей штукатурки обрабатывают ударными инструментами по камню (зубилом, бучардой, троянкой). Обработанная поверхность каменной штукатурки имитирует определенную горную породу (гранит, мрамор). Затвердевшую поверхность штукатурки вместо ударных инструментов обрабатывают (протравливают) 10 %-ным раствором соляной кислоты с последующей промывкой водой. В результате протравливания кислота разрушает поверхностный слой цемента, обнажая поверхность кислотостойкой каменной крошки (гранита, диорита, кварцита) и слюды.

Штукатурка сграффито (в переводе с итальянского «выцарапанный») — декоративно-художественная штукатурка для отделки зданий. При оштукатуривании на грунт наносят два или три слоя накрывки разного цвета. Затем эти слои штукатурки процарапывают по контуру рисунка в нужных местах стальными инструментами по неокрепшему раствору в течение 4...12 ч после его нанесения. После процарапывания накрывочных слоев на штукатурке создается рельефный красочный орнаментный или сюжетный рисунок.

Декоративные цветные штукатурки выполняют в два-три слоя. Первый слой выравнивает поверхность, его наносят обычным штукатурным раствором. Второй слой — грунт – служит основанием для третьего — декоративного слоя. При ровных поверхностях ограничиваются двумя слоями — подготовительным и декоративным.

Растворы для подготовительного слоя (грунта). Качество декоративной штукатурки во многом зависит от состояния подготовительного слоя. Состав растворной смеси и ее консистенция для грунта должны быть постоянными, а пористость затвердевшего слоя равномерной. При этих условиях отсасывание жидкой фазы (воды, вяжущего, пигмента) из декоративного слоя в поры грунта будет равномерным, а это значит, что пятна на отделанной поверхности не

проникнут. Во избежание пятен зерновой состав песка для грунта и дозировка составляющих растворной смеси должны строго выдерживаться для всей оштукатуриваемой поверхности.

Для грунта целесообразно применять сухие смеси одной партии изготовления. В этом случае важно выдержать только дозировку известкового молока. Несколько окрепший грунт на ночь по всей его поверхности равномерно смачивают водой. Декоративную накрывку наносят на влажный грунт на следующий день. Песок для грунта должен быть чистым, речным, среднезернистым с содержанием 35...40 % зерен крупностью 0,6...1,2 мм и не менее 15 % зерен крупностью 1,2...2,5 мм. Известь применяют не ниже 2-го сорта, известковое тесто — полностью гашеное и выдержанное после гашения не менее месяца или очищенное от непогасившихся частиц процеживанием через вибросито.

Известковое тесто из отходов промышленности для грунта применять нельзя, но можно использовать местные известковые вяжущие. Из цементов рекомендуется портландцемент с активными добавками или пуццолановые цементы. Прочность грунта и декоративной накрывки должна быть одинаковой, а для каменных штукатурок, обрабатываемых наковкой, прочность грунта должна быть несколько повышенной (это предотвратит вдавливание от ударов каменной крошки в грунт). Состав раствора для грунта подбирает лаборатория (табл. 10).

При тонкой накрывке цвет грунта должен быть одинаковым с цветом накрывки. Во избежание пересыхания и появления усадочных трещин во время твердения грунт увлажняют.

Требования, предъявляемые к декоративным штукатуркам. Декоративные штукатурки должны отвечать установленным художествен-

Таблица 10 Составы растворов для подготовительного слоя (грунта)

Смесь для декоративной накрывки	Основание под штукатурку					
	Кирпичная кладка или шлакобетон марки не ниже 50			Шлакобетон марки ниже 50 и другие малопрочные основания		
	Состав раствора, части по объему					
	Цемент	Известковое тесто	Песок	Цемент	Известковое тесто	Песок
Известково-цементная	1	3	10...12	1	4	12...15
Цементно-известковая	1	2	8...9	1	3	10...12
	1	1	6	—	—	—
Цементная	1	0,65	4...6	—	—	—
	1	0,33	3...4	—	—	—
Известковая	1	0,15	3...3,5	—	—	3
	—	1	2,5	—	1	

Примечание. Для приготовления составов растворов применяют следующие материалы: цемент марки 300; известь кальциевую 1-го сорта; песок среднезернистый кварцевый речной

ным, эстетическим, техническим и эксплуатационным требованиям. Вид и крупность заполнителя, состав раствора, цвет и фактура штукатурки должны соответствовать проекту. Цветная штукатурка должна быть без пятен, стыков и однотонна по всей поверхности. Фактура штукатурки также должна быть одинакова по всей поверхности.

Состав декоративного раствора подбирают опытным путем. Для этого делают пробные карты размером 50×50 см, несколько изменяя соотношение компонентов раствора. Карты и составы растворов нумеруют и записывают. Состав оптимальных параметров, утвержденный руководством строительства, строго соблюдают. Для обеспечения высокого и постоянного качества декоративной штукатурки создают достаточный запас всех необходимых материалов для выполнения всего объема работ. Чаще всего декоративные растворы приготовляют на строительном объекте из отдельных составляющих или готовых терразитовых смесей вручную или механизированным способом в зависимости от потребности.

Механизированное приготовление ведут в растворосмесителях небольшой вместимости (до 80 л). Вяжущим для наружных декоративных штукатурок служат гидравлическая известь или портландцемент — обычный (серый), белый или цветной, для внутренних воздушная известь и гипсовые вяжущие. Обычный портландцемент разбеливают, вводя до 25 % от массы цемента добавку тонкомолотого мрамора, белого известняка, диатомита, оксида титана и др. При этом марка разбеленного цемента не должна быть ниже 300. Зеленоватый оттенок белого портландцемента нейтрализуют добавкой охры от 1 до 5 % от массы цемента; смесь белого цемента и охры желательно пропустить через краскотерку. Известь применяют 1-го сорта, полностью гашеную, выдержанную после гашения не менее одного месяца. Важно, чтобы известь была без золы. Зола сообщает извести серый цвет и, кроме того, содержит вредные для раствора легкорастворимые соли металлов. Творожистые частицы извести на цветной накрывке образуют белые пятна. Поэтому известковое молоко необходимо процедить через сито с ячейками 0,5...1 мм.

Заданный цвет растворам сообщают щелочестойкие и светостойкие природные или искусственные пигменты — сурик железный, охра, оксид хрома, мумия, ультрамарин, умбра и др. Для усиления интенсивности цвета раствора к основным пигментам добавляют органические щелочестойкие пигменты в количестве до 0,1 %. Для декоративных растворов воду применяют чистую, без растворенных минеральных веществ и примесей глины.

Сухую растворную смесь перед подачей в растворосмеситель перемешивают, так как при перевозке она разделяется — крупные и тяжелые частицы смеси перемещаются на дно. При объемной дозировке материалов сухие составляющие насыпают в мерные ящики с одной и той же высоты, иначе из-за разной степени уплотнения количество материала в одном и том же объеме ящика будет различным. Перед отмериванием необходимого количества известкового молока его тщательно перемешивают. При приготовлении раст-

...оров сначала в растворосмеситель загружают сухие составляющие, их перемешивают, затем добавляют известковое молоко или воду и смесь перемешивают в течение 5...7 мин. Раствора готовят столько, сколько его можно выработать в течение 1 ч. В готовую растворную смесь добавлять воду или известковое молоко нельзя, так как от этого изменится ее цвет. Перед работой пол и подмости тщательно подметают, а случайно упавший раствор собирают и используют для подготовительного слоя, так как составляющие декоративных растворов относительно дороги.

Известково-песчаные цветные растворы. Растворы с добавкой портландцемента применяют для оштукатуривания фасадов, реже — для внутренней отделки помещений. Для наружных штукатурок чисто известковые растворы не применяют. В этих растворах основным вяжущим служит полностью гашеная выдержанная известь. В растворы для штукатурок темных тонов добавляют обычный портландцемент (до 10 % от массы известкового теста), при светлых тонах — белый; это повышает прочность и водостойкость штукатурки. Заданный цвет растворам сообщают щелоче- и светостойкие пигменты. Количество пигмента зависит от его интенсивности и требуемой густоты цвета штукатурки.

Получить требуемый цвет за счет одного пигмента не всегда удается. Поэтому приходится смешивать два или несколько пигментов в разных соотношениях, пропуская их через краскотерку и просеивая. Добавкой разбеливателя добиваются нужного цветового оттенка штукатурки. Разбеливателем служат белый пигмент, мраморная или известковая мука. Добавки пигмента и разбеливателя снижают прочность раствора, поэтому для сохранения требуемой марки раствора несколько увеличивают расход вяжущего. Заполнителем в известковых цветных растворах служит чистый кварцевый песок. Иногда, чтобы получить штукатурку заданного цвета, применяют мраморный, известняковый или туфовый песок.

Фактура поверхности штукатурки зависит от принятой обработки ее и размера зерен заполнителя. Если поверхность накрывки предполагается отделывать в полузатвердевшем состоянии, то наибольший размер зерен песка не должен быть более 1,25 мм с преобладанием зерен размером 0,3...0,6 мм, а при обработке обрызга используют более крупный песок, в котором преобладают зерна размером 0,6...2,5 мм.

Известково-песчаные цветные растворы рекомендуется приготовлять из сухих смесей, заготовленных в количестве, достаточном на весь объем работ. Подвижность растворной смеси для грунта при механизированном нанесении должна составлять 6...10 см, при ручном — 8...12 см; для накрывки — 7...9 см под отделку в полузатвердевшем состоянии. Пластичный, удобообрабатываемый раствор при нанесении его полутерком на стену слоем 5...10 мм не должен давать разрывов.

Консистенция пластичного раствора может быть от густоты сметаны до тестообразной, что зависит от способа нанесения раствора и фактуры поверхности. Для каждого вида отделки строго соблюдают

Таблица 11. **Составы растворов для цветных известково-песчаных штукатурок (% по массе)**

Компоненты	Цвет штукатурки							
	белый	серый	терракитовый	зеленый	светло-зеленый	желтый	желтый насыщенный	кремовый
Известковое тесто	10	20	15	15	22	10	20	12
Белый портландцемент марки 400	7	—	—	—	2	—	6	
Портландцемент марки 400	—	5	10	15	—	20	—	8
Песок:								
кварцевый		74		—	74			
белый	—		58			—	68	
желтый горный	—	—	—	—		15		—
известняковый белый	—	—		—	—	—		60
мраморный	70	—	—			10	—	18
Мука мраморная	13	—	—	—		10		—
Мука кирпичная			15		—	—		—
Крошка мраморная	—	—	—	60	—	—	—	—
Диоксид марганца	—	1	—	—	—	—	—	—
Сурик железный	—	—	2	—	—	—	—	—
Пигмент зеленый	—			5			—	—
Оксид хрома	—		—	[illegible]	2			—
Охра	—	—	—	—	—	4,5	6	2
Мумия	—	—	—	—	—	0,5	—	—

принятое соотношение между количеством сухой смеси и известкового молока или воды. Перед работой и в процессе работы декоративный раствор тщательно перемешивают.

Рекомендуемые составы растворов для цветных известково-песчаных штукатурок приведены в табл. 11.

Растворы для терразитовой штукатурки применяют для отделки фасадов зданий и реже для отделки помещений. Чаще всего растворы приготовляют из сухих терразитовых смесей заводского изготовления (табл. 12, 13).

Таблица 12. **Обозначение и назначение терразитовых смесей**

Смесь	Индекс	Наибольший размер зерен, мм		Основное назначение
		песка или крошки	слюды	
Мелкозернистая	М	1...2	2	Вытягивание тяг
Среднезернистая	С	2...4	3	Оштукатуривание стен
Крупнозернистая	К	4...6	4...5	Оштукатуривание цоколей

Таблица 13. **Составы сухих смесей для терразитовых штукатурок (части по объему)**

Цвет смеси и материалы	Терразит М	Терразит С и К
Белый		
Белый портландцемент	0,75	0,75
Гидратная известь	3	3
Белая мраморная мука	2	2
Белая мраморная крошка	7	8
Слюда	0,5	0,5
Серый		
Портландцемент марки 400	1	1
Гидратная известь	3	3
Белая мраморная мука	2	2
Кварцевый песок	8	5,5
Серая мраморная крошка	—	3,5
Слюда	0,5	0,5
Сажа (% от массы цемента)	0,2	0,2
Кремовый		
Белый портландцемент	1	1
Гидратная известь	3	3
Белая мраморная мука	3	3
Кремовая мраморная крошка	7	8
Слюда		0,5
Охра (% по массе к сухой смеси)	0,5	0,5
Желтый		
Белый портландцемент	0,75	0,75
Гидратная известь	2	2
Белая мраморная мука	3	2
Кварцевый песок	7	4
Желтая мраморная крошка	—	4
Слюда	0,5	0,5
Охра золотистая (% по массе к сухой смеси)	2	2
Красный		
Белый портландцемент	1	1
Гидратная известь	3	3
Белый кварцевый песок	8	5
Красная мраморная крошка		3
Слюда	0,5	0,5
Железный сурик (% по массе к сухой смеси)	2,5	2,5
Зеленый		
Белый портландцемент	0,75	0,75
Гидратная известь	2	2
Белый кварцевый песок	7	5
Белая мраморная крошка	—	3
Белая мраморная мука	2	2
Слюда	0,5	0,5
Оксид хрома (% по массе к сухой смеси)	0,5	0,5
Светло-коричневый		
Белый портландцемент	1	1
Гидратная известь	3	3
Белый кварцевый песок	8	5
Белая мраморная мука	2	2
Коричневая мраморная крошка	—	3
Слюда	0,5	0,5
Умбра жженая (% по массе к сухой смеси)	0,1	0,1

Терразитовые сухие смеси заводского изготовления состоят из гидратной извести, белого или обычного портландцемента марки 400 каменной крошки и муки, слюды, цветного песка и пигмента. На строительном объекте их перемешивают в растворосмесителях (вместимостью до 80 л) с водой, строго соблюдая принятую дозировку воды.

Цвет сухих терразитовых смесей, выпускаемых промышленностью: белый, серый, светло-серый, кремовый, желтый, светло-желтый, розовый, терракотовый, красный, красно-коричневый, светло-коричневый, коричневый, палевый, голубой, бирюзовый, синий, зеленый и светло-зеленый. Цвет и тон каждой партии смеси должны

быть однородными. Смесь должна быть сухой, без комков и посторонних примесей. Вяжущие, заполнители и пигменты в смеси должны быть распределены равномерно. Зерновой и минеральный состав заполнителей смеси данной партии должны быть постоянными с допускаемыми отклонениями по массе фракций не более ±5 % в разных пробах одной и той же партии. Крошка для фасадной терразитовой смеси должна быть морозостойкой, без нестойких включений. Постоянство зернового состава заполнителей проверяют в лаборатории рассевом проб на стандартных ситах.

Если готовой терразитовой смеси нет, ее готовят на месте работы, при этом заполнители получают с местных карьеров и камнеобрабатывающих заводов. Цвет песка должен соответствовать цвету терразита. Зерновой состав заполнителя должен соответствовать принятой марке терразита. В противном случае заполнитель рассеивают на отдельные фракции, при этом пользуются ситами с определенным размером отверстий, мм: для мелкозернистой смеси — 0,15; 0,6 и 1,2; для среднезернистой — 0,15; 0,6; 1,2 и 2,5; для крупнозернистой — 0,15; 1,2; 2,5 и 5 мм. После рассева фракции заполнителя смешивают в нужном соотношении.

Слюду просеивают через сита с отверстиями 2, 3, 4 и 5 мм в зависимости от требуемой фактуры штукатурки. Пигменты предварительно смешивают с цементом, затем смесь их пропускают через краскотерку и просеивают через сито 980 отв/см^2. Допускается окрашивать не сухую терразитовую смесь, а известковое молоко. После перемешивания пигмента с известковым молоком смесь процеживают через частое сито. Для приготовления партии растворной смеси перед дозировкой окрашенное известковое молоко тщательно перемешивают.

Растворную смесь приготовляют в растворосмесителе, сначала загружают заполнитель и смесь пигмента с цементом, их тщательно перемешивают. Затем туда вливают воду вместе с пластификатором, известковое молоко строго отмеренными дозами и смесь тщательно перемешивают.

Если терразитовой смеси требуется небольшое количество, ее готовят вручную. Для этого точно отмеренные порции заполнителя и смеси пигмента с цементом перемешивают всухую лопатой на бойке или штукатурной лопаткой в ящике. Сухую смесь смачивают водой или известковым молоком из лейки (а не из ведра) и одновременно перемешивают.

Подвижность смеси определяют опытным путем. Для этого на стену, покрытую затвердевшим грунтом, наносят слой смеси толщиной (мм): для мелко зернистого терразита — 6...8, для среднезернистого — 8...10, для крупнозернистого — 10...12. Осыпание материала со стены не должно быть более 5 % массы нанесенного слоя. Рабочие определяют подвижность терразитовой растворной смеси по ее скольжению с наклонной штукатурной лопатки: смесь при скольжении не должна прилипать к лопатке. Смесь, уложенная в кучу в виде конуса, не должна расплываться, а зажатая в кулаке не должна проходить между пальцами и рассыпаться при расжа-

ции пальцев. Во избежание расслоения смесь не следует собирать в кучу. Рекомендуемые составы терразитовых смесей, приведенные в табл. 13, берут за основу, уточняют составы при оштукатуривании пробных карт.

Растворы для каменных штукатурок применяют главным образом для отделки фасадов и цоколей монументальных зданий, реже — для оштукатуривания помещений. Каменные штукатурки имитируют облицовку дорогим красивым природным камнем — лабрадоритом, габбро, гранитом, диоритом, вулканическим туфом, мрамором и др. Природный камень и имитирующая его каменная штукатурка практически не должны отличаться по цвету, фактуре и структуре. Это достигают тщательным подбором составляющих и обработкой поверхности штукатурки.

В растворах для каменной штукатурки вяжущим служит портландцемент или цветной портландцемент. Добавки извести и пластификатора придают раствору требуемую пластичность. В качестве заполнителя применяют крошку имитируемой горной породы. При имитации мрамора крошку для штукатурки получают дроблением не прожилкового, а одноцветного мрамора. Штукатурка, имитирующая песчаник, должна больше содержать мелкого заполнителя и меньше крупного. Крупнокристаллические породы хорошо имитирует штукатурка, содержащая крошку из крупных зерен, пустоты между которыми заполняют средние зерна, а между средними — мелкие. При таком непрерывном зерновом составе заполнителя прослойка цементного камня будет наименьшей толщины, она издали не будет заметна.

Важен также способ обработки поверхности штукатурки. При обработке с помощью пескоструйного аппарата заполнитель подбирают так, чтобы крупных зерен размером 2,5...5 мм в смеси было более 50 %. Крупнозернистая смесь обеспечивает рельефную фактуру штукатурки. Зерна заполнителя штукатурки мелкобороздчатой фактуры, получаемой циклеванием, не должны быть крупнее 1,2 мм. Зерна крошки твердых пород, например гранитные или кварцитовые, быстро тупят и изнашивают наковочный инструмент. Поэтому допускается замена части гранитной крошки крошкой более мягких пород при условии, чтобы внешний вид штукатурки соответствовал проекту. Вместо наковки поверхность штукатурки допускается протравливать кислотой, при этом твердость зерен крошки не имеет значения, но крошка не должна взаимодействовать с кислотой.

Рекомендуемые примерные составы растворов для каменной штукатурки, приведенные в табл. 14, окончательно устанавливают в лаборатории и после оштукатуривания пробных карт.

Растворы для штукатурки сграффито (табл. 15) приготовляют на месте работы из известкового теста, заполнителя и пигментов. Прочность и водостойкость раствора повышают добавлением 10 15 % цемента марки 400 от массы известкового теста. В растворах, наносимых кистью, заполнителем служит мраморная мука или пудра. Обычным заполнителем является чистый (мытый)

Таблица 14. Составы растворов для каменных штукатурок (% по массе)

Компоненты	Цвет штукатурки									
	белый		желтый		песчаный		под гранит			
	1	2	1	2	1	2	красный		серый	
							1	2	1	2
Белый портландцемент	25	22	—	—	—	22	6	6	—	—
Пуццолановый цемент	—	—	16	18	21	—	—	—	—	24
Портландцемент	—	—	—	—	—	—	18	19	27	—
Известковое тесто	—	3	4	—	—	—	—	—	—	3
Известковая мука	—	—	7	4	—	—	—	—	—	—
Крошка:										
белого мрамора 0,6...2,5 мм	—	75	.	—			—		—	—
белого известняка 0,6..2,5 мм	75	—	72	75	.	—	—	—		—
гранита серого			—			—	30	—	52	72
лабрадорита	—	—	—		—	—	15	13	18	—
гранита красного	—	—	—	—	—	—	30	62	—	
мраморная желтая	—	—	—	—	—	19		—	—	—
Кварцевый песок	—	—	—	—	57	56	—	—	—	
Мраморный песок	—	—	—	—	19		—	—		
Охра	—	—	1	2,5	2	2,5	1	—	—	—
Мумия	—	—	—	0,5	1	0,5	—	—	—	1
Графит	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—

кварцевый или мраморный песок не крупнее 1 мм. Поскольку для штукатурки сграффито раствора требуется мало, применяют качественные пигменты, дающие чистые тона (оксид хрома, кобальт, ультрамарин).

Смесь известкового теста с пигментами пропускают через краскотерку, в крайнем случае процеживают через частое сито. Дозировка компонентов раствора должна быть точной, иначе штукатурка полу-

Таблица 15. Составы растворов для штукатурки сграффито (части по объему)

Компоненты	Цвет штукатурки					
	белый	желтый	красный	розовый	синий	коричневый
Известковое тесто	1	1	1	1	1	1
Белый песок	3	3	3	3	3	3,5
Портландцемент	—	—	—	—	—	0,1
Охра	—	0,5	—	—	—	0,1
Мумия	—	—	0,1	—	—	—
Цемянка	—	—	—	0,3	—	—
Ультрамарин	—	—	—	—	0,1	—
Умбра	—	—	—	—	—	0,1

читея неоднородной по цвету и оттенку. Окончательно расход пигмента устанавливают при оштукатуривании пробных карт.

Материалы для синтетической штукатурки. Оригинальным видом декоративного покрытия фасадов и помещений общественных и административных зданий является синтетическая штукатурка. Основанием для нанесения покрытия служит ровная бетонная поверхность или улучшенная штукатурка. Покрытие состоит из крошки различных материалов, которую набрасывают на клеевой слой отделываемой поверхности крошкометом под давлением 0,15...0,2 МПа.

Сначала отделываемую поверхность для лучшего сцепления с клеем грунтуют поливинилацетатной водоэмульсионной краской, разведенной до вязкости 35...40 с по ВЗ-4. Для отделки фасадов применяют краску ВА-17, для помещений — краску ВА-27А. Клеем, на который наносят крошку, служат неразведенные водоэмульсионные краски тех же марок. Кроме красок применяют коллоидно-цементный клей (КЦК) и полимерные составы. В этом случае поверхности грунтуют составом (клей КМЦ : вода) в соотношении 1:0,5 мас. ч. или полимерцементным составом, разведенным водой до вязкости 15...20 с по ВЗ-4.

Гранулированную крошку используют гранитную, сланцевую, керамическую, стеклянную и полимерную. Крошка крупностью 2...5 мм создает крупнозернистую фактуру поверхности, крошка менее 0,5 мм (иногда с добавкой цветного портландцемента) дает фактуру, имитирующую бархат или другую ткань. После высыхания клея отделанную поверхность фасада защищают тонким слоем акрилатного лака АК-113, а в помещениях — лаком Силикон-4

§ 29. ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫЕ РАСТВОРЫ

Строительные растворы на минеральных вяжущих (в том числе и цементные) отличаются рядом недостатков: у них низкая прочность при изгибе и растяжении, слабая адгезия к другим строительным материалам, незначительная деформативность и низкая ударная вязкость, невысокая стойкость к истиранию, при истирании растворов образуется много пыли. Если в раствор на минеральных вяжущих ввести полимерные добавки в количестве 2...3 % от массы вяжущего, то указанные выше недостатки растворов можно уменьшить или ликвидировать. Чаще других применяют цементные растворы с полимерными добавками. Такие растворы называют полимерцементными.

Полимерная добавка, введенная в раствор микродозами (0,05...0,2 % массы цемента), лишь пластифицирует или гидрофобизирует раствор. В полимерных растворах полимер влияет на процессы твердения вяжущего и существенно изменяет структуру затвердевшего раствора. Водный раствор полимера, введенный в цементный раствор, замедляет твердение цемента, при этом количество полимера не превышает 3...5 % от массы цемента. Следовательно, вводить растворимые в воде полимеры в строительные растворы не эффектив-

но. Поэтому чаще применяют водные дисперсии нерастворимых в воде полимеров — поливинилацетатную дисперсию (ПВАД) и латексы синтетических каучуков (СК).

В раствор с дисперсией можно ввести 10...20 % полимера от массы цемента. При таких больших добавках полимера свойства полимерцементных растворов существенно отличаются от свойств чистых цементных растворов, при этом нерастворимый в воде полимер практически не замедляет твердения цемента. Против коагуляции дисперсии в растворе применяют стабилизаторы — поверхностно-активные вещества ОП-7, ОП-10, а также жидкое стекло. Не требует стабилизации лишь пластифицированная дисперсия ПВА. Если коагуляция дисперсии в растворе все же наступает, то свойства полимерцементного раствора теряются необратимо.

Присутствие поверхностно-активных веществ в полимерцементном растворе способствует вовлечению в него воздуха в виде мельчайших пузырьков, объем которых достигает 30 % от объема раствора. Размер большинства пор менее 0,2 мм. Чем хороши растворы с вовлеченным воздухом? Они весьма пластичны и удобоукладываемы при меньшем содержании воды, чем в обычных растворах. Мелкие замкнутые поры повышают морозостойкость и водонепроницаемость полимерцементных растворов. Эти растворы обладают в воздушно-сухих условиях повышенной адгезией с основанием, так как полимер создает клеевую прослойку между раствором и основанием.

Полимерные добавки меняют механические свойства растворов, повышают их прочность при растяжении и изгибе. Так как модуль упругости полимера примерно в 10 раз ниже, чем у цементного раствора, деформативность, ударная вязкость и трещиностойкость полимерцементных растворов выше, чем у цементных. Растворы с добавками полимеров сравнительно медленно высыхают, что благоприятно сказывается на твердении цемента. Они обеспечивают прочное и надежное крепление к основанию плиток, облицовочных листов и других материалов. Полимерцементные растворы в покрытиях полов характеризуются высоким сопротивлением истиранию и не образуют пыли при износе.

Высокие эксплуатационные качества полимерцементных растворов позволяют применять их в штукатурных работах. Из латексно-полимерных растворов получают коррозионно-стойкую и непылящую штукатурку. Полимерцементные растворы применяют для заделки и выравнивания выбоин и других дефектов на бетонных поверхностях, а также при разделке рустов между панелями перекрытий (на потолках). Растворы не основе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего и водных дисперсий полимеров — ПВАД или латексов синтетических каучуков — применяют для наружных и внутренних штукатурок, в декоративных растворах и мастичных составах для отделки фасадов, для стяжек под плитки и рулонные покрытия полов. В гипсополимерцементные растворы вводят дисперсию ПВА — 15...20 %, латекс СКС-65ГП — 10...15 % от массы вяжущего; водовяжущее отношение раствора 0,40...0,55.

Фасады зданий отделывают раствором следующего состава (мас. ч.): гипсовое вяжущее — 54...57; портландцемент белый — 35...38; активная минеральная добавка — 2...4; стеарат кальция — 0...2; пигменты — 0...5; кварцевый песок — 300...500; водная дисперсия ПВАД или латекс СКС-65ГП (в пересчете на сухое вещество) — 10...20; вода — до требуемой консистенции.

Для отделочных работ применяют сухие смеси заводского изготовления, которые на месте работы тщательно перемешивают с водной дисперсией полимера. Сухая смесь состоит из компонентов ГПЦВ, пигментов и гидрофобной добавки. Отдельно готовят раствор водной дисперсии полимера с необходимыми добавками. Хорошо перемешанная сухая смесь с водной дисперсией полимера при нормальной температуре пригодна к применению в течение 4...6 ч. Начало схватывания вяжущего замедляют фосфатом натрия или 2 %-ным раствором клея.

Штукатурку в сухих помещениях выполняют сухой гипсовой штукатурной смесью (СГШС), которую наносят на гипсобетонные, бетонные, кирпичные, каменные и деревянные поверхности. Такая штукатурка высыхает под окраску в три раза быстрее, чем из растворов на извести и цементе. СГШС получают перемешиванием комплексной полимерной добавки с гипсовым вяжущим. Добавка состоит из смеси полимеров метилцеллюлозы и карбоксиметилцеллюлозы, ПАВ, кварцевого песка и замедлителя схватывания гипсового вяжущего — триполифосфата натрия. Добавку вводят в количестве 5 % массы гипсового вяжущего. Заполнителем в растворе служат пористые материалы — перлитовый песок или вспученный вермикулит. На месте работы смесь затворяют водой, тщательно перемешивают и наносят на оштукатуриваемую поверхность.

§ 30. ВОДА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Вода, применяемая для затворения вяжущих веществ, растворов и бетонов, должна быть чистой, питьевой — из водопровода или из естественных водных источников (ГОСТ 23732—79). Вода не должна быть кислой, водородный показатель (pH) должен быть более 4 (она не должна окрашивать лакмус в синий цвет). Морскую и другую соленую воду можно использовать для штукатурных растворов, применяемых на неответственных (второстепенных) зданиях, так как после высыхания штукатурки соленая вода дает высолы — пятна. Содержание всех солей в воде не должно превышать 5000 мг/л, а сульфатов — не более 2700 мг/л. Сульфаты — соли серной кислоты — разрушают цемент, т. е. вызывают его сульфатную коррозию. Непригодны для затворения вяжущих, растворов и бетонов сточные воды, содержащие различные масла, сахар, жиры, различные кислоты. Воду болот, торфяников и других источников, заросших растениями, применять не желательно, так как она может содержать гуминовую кислоту, разрушающую цемент. Пригодность воды для растворов определяют в лаборатории химическим анализом

§ 31. ШТУКАТУРНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ЗИМНИХ РАБОТ

В строительных растворах при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С замерзает вода, при этом прекращаются химические реакции, от которых зависят процессы твердения вяжущих. Раствор должен твердеть, а не замерзать. Чтобы раствор не замерзал, в него вводят противоморозные добавки: поташ, нитрит натрия, аммиачную воду и др. Они снижают температуру замерзания воды.

Растворы с добавкой поташа сравнительно дороги, но они не дают на поверхности штукатурки высолов, не вызывают коррозии металлов, их применяют при температуре воздуха до −30 °С. Поташ — карбонат калия K_2CO_3, белый гигроскопичный порошок, легко растворяющийся в воде. Раствор поташа в воде — сильная щелочь, вызывающая ожоги кожи и слизистых оболочек. Работать с поташом и его водным раствором нужно осторожно. Поташ растворяют в воде затворения, после чего вводят в раствор. Дозировку поташа меняют в зависимости от температуры наружного воздуха. При температуре (0...—5) °С добавляют 5 % поташа от массы цемента, при температуре (—6...—10) °С — 10 % и (—11...—30) °С — 15 %.

Поташ как противоморозную добавку вводят в цементные, цементно-известковые и цементно-глиняные растворы. При этом требуется, чтобы в цементных растворах на 1 мас. ч. цемента приходилось не менее 3 мас. ч. песка, в цементно-известковых растворах содержание извести не должно превышать 20 % от массы цемента, в цементно-глиняных растворах количество глиняного теста не должно превышать 40 % объема цемента. Растворы с поташом применяют в дело не позднее чем через 1 ч после их приготовления. Песок и воду подогревают с таким расчетом, чтобы температура раствора при нанесении его на поверхность была 5...10 °С.

Поташ хранят в таре завода-изготовителя в отдельном сухом и запираемом помещении, куда посторонним лицам вход воспрещен. Работать с поташом и растворами с добавкой поташа допускаются рабочие старше 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж. Готовить водные растворы поташа и работать с ними нужно в комбинезоне, резиновых сапогах и перчатках (утепленных изнутри), фартуках, очках, а в помещениях надевать респиратор или противогаз. Спецодежду хранят в специальных шкафах. Принимать пищу в помещениях, где хранится поташ или приготовляется его водный раствор, запрещается. После работы необходимо принять теплый душ.

Растворы с нитритом натрия не дают высолов на поверхности штукатурки, не вызывают коррозии металлов, их применяют при температуре окружающего воздуха до —15 °С. Нитрит натрия $NaNO_2$ — натриевая соль азотной кислоты (ГОСТ 19906—74*) поставляют на строительные объекты в виде кристаллического порошка или концентрированного водного раствора с зеленоватым оттенком. В строительные растворы его вводят в виде раствора малой концентрации с водой затворения.

Количество добавки нитрата натрия зависит от температуры на-

ружного воздуха: от —5 °С — 5 %; при температуре (—6...—9) °С — 8 %; (—10...—15) °С — 10 % от цемента (в пересчете на безводную соль). Добавка нитрита натрия наиболее эффективна в растворах на портландцементе, не дает эффекта в растворах на шлакопортландцементе, не допускается в растворах на глиноземистом цементе.

При работе с нитритом натрия соблюдают меры предосторожности, как при работе с поташом. Но дополнительно требуется соблюдать следующее: нитрит натрия нельзя хранить в одном помещении с оксидами и растворами, имеющими кислую реакцию, при взаимодействии которых с нитритом натрия образуются токсичные газы; там, где хранят нитрат натрия, нельзя работать с открытым пламенем, курить и зажигать спички; помещения, где работают с нитритом натрия, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией; на емкостях с растворами нитрита натрия должна быть предупредительная надпись «Яд».

Растворы с аммиачной водой приготовляют только цементные и цементно-известковые при температуре наружного воздуха до —15 °С. Затворяют растворы аммиачной водой 6 %-ной концентрации; если концентрация более высокая, аммиачную воду разбавляют водой. По бетону штукатурят в один слой цементным раствором состава 1:(2...4); по кирпичу, шлакобетону и древесине — цементно-известковым раствором состава 1:1:(6...9). Температура растворов, приготовленных на аммиачной воде, должна быть не выше 5 °С, так как при более высокой температуре растворенный в воде аммиак быстро улетучивается. Аммиачную воду хранят под навесом в герметически закрытой таре с теплоизоляцией.

Противоморозными добавками в строительных растворах могут также служить хлорид кальция, хлорид натрия (поваренная соль), хлорид аммония, а также хлорированная вода (вытяжка из хлорной извести). Эти добавки на поверхности штукатурки дают высолы, кроме того, они вызывают коррозию металлов.

Молотая негашеная известь при достаточном тепловыделении от ее гашения может без добавки предотвращать замерзание строительных растворов.

В зимних условиях штукатурные растворы приготовляют в отапливаемых помещениях. Песок не должен содержать льда и смерзшихся комьев. Известковое и глиняное тесто должны иметь температуру не ниже 5 °С. Воду для растворов можно подогревать до температуры не выше 80 °С, а песок — до 60 °С. При более высокой температуре наступает так называемое ложное схватывание цемента, растворная смесь при этом теряет пластичность.

§ 32. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Приготовление растворной смеси, определение ее подвижности, изготовление образцов для определения прочности и марки раствора

Цель работы. Приготовить растворную смесь заданного преподавателем состава; определить ее подвижность эталонным конусом; изготовить из смеси образцы на пористом (кирпичном) основании для испытания их на сжатие и определения марки раствора.

Ход работы. Группу учащихся условно делят на четыре звена. Каждому звену выдают задание: приготовить растворную смесь подвижностью 7...8 см, пригодную для нанесения штукатурного грунта. При этом состав смеси задают (цемент:песок по массе): для первого звена — 1:2, для второго — 1:3, для третьего — 1:4, для четвертого — 1:5. Практически каждому звену предлагают взвесить по 1 кг цемента и соответствующее составу количество песка.

В сферическую чашу для затворений, дно которой протирают влажной тканью, высыпают навеску песка. В песке лопаткой делают лунку, в которую высыпают цемент. В течение 1...2 мин песок и цемент всухую перемешивают до визуальной однородности, в результате получается сухая смесь — гарцовка. Конусную колбу (или другой сосуд) вместимостью 1000 $см^3$ полностью наполняют водой и взвешивают. Массу колбы с водой записывают. В гарцовке лопаткой делают лунку, отливают примерно половину взятой воды и смесь хорошо перемешивают. Если растворная смесь будет слишком густой, к ней добавляют немного воды и вновь перемешивают. Всю воду из колбы выливать в смесь нельзя, часть ее должна обязательно остаться в колбе.

Тщательно перемешанную смесь лопаткой перекладывают в коническое ведро прибора так, чтобы она не доходила до краев ведра. Стальным стержнем диаметром 10...12 мм смесь штыкуют до дна 25 раз. Пятью-шестью легкими ударами ведра о стол смесь разравнивают. Затем сразу же ведро с растворной смесью помещают под острие эталонного конуса, которое подводят до соприкосновения с раствором. Стопорным винтом конус фиксируют в этом положении и по шкале прибора берут отсчет в сантиметрах.

Для примера допустим, что стрелка остановилась на делении 3. Винт прибора отпускают, и эталонный конус массой 300 г резко опускается в растворную смесь. Допустим, что стрелка прибора остановилась при этом на делении шкалы 10,5 см. Определяем глубину погружения конуса в растворную смесь: 10,5 − 3 = 7,5 см. Это и есть подвижность растворной смеси, соответствующая требованию задания (7...8 см).

Если воды взяли больше, чем требовалось, состав корректируют небольшой добавкой цемента и песка при тщательном перемешивании смеси. Колбу с остатком воды взвешивают. Вычитая от первоначальной массы колбы с водой массу колбы с остатком воды, определяют фактический расход воды в растворной смеси. Допустим, что он равен 600 г. Делением массы воды в растворе на массу цемента в нем вычисляют водоцементное отношение растворной смеси. В нашем случае В/Ц = 600 : 1000 = 0,6.

Результаты выполнения этой части работы записывают в журнале работ в виде таблицы.

Определение подвижности и водоцементного отношения растворной смеси

№ звена	Состав раствора по массе (цемент: песок)	Расход материалов на замес, г			Показание стрелки прибора, см		Подвижность растворной смеси, см
		цемент	песок	вода (по опыту)	до погружения конуса	после погружения конуса	
1	1:2	1000	2000				
2	1:3	1000	3000				
3	1:4	1000	4000				
4	1:5	1000	5000				

Плотность и прочность штукатурного раствора

№ звена	Состав раствора по массе (цемент: песок)	Масса образца, г	Размеры образца, см	Объем образца, см³	Плотность раствора, г/см³, (кг/м³)	Площадь поперечного сечения образца, м²	Разрушающее усилие, Н	Предел прочности при сжатии раствора, МПа
1	1:2							
2	1:3							
3	1:4							
4	1:5							

Поскольку все четыре состава смеси разные, а подвижность их примерно одинакова, то при одинаковом расходе цемента на замес, В/Ц каждой смеси будет иным. Следовательно, прочность затвердевших растворов разных составов будет разной. Чем меньше приходится песка на единицу цемента и чем меньше В/Ц смеси, тем раствор будет прочнее. Убедиться в этом возможно после испытания образцов, бов через 28 сут твердения их в нормальных условиях.

Три образца-куба 7,07 × 7,07 × 7,07 см из приготовленной растворной смеси формуют в разборных металлических формах без дна. Форму, слегка смазанную машинным маслом, помещают на плашку кирпича, покрытую влажной газетной бумагой. Форму до половины высоты заполняют растворной смесью, которую уплотняют стандартным шпателем, причем делают шесть нажимов вдоль одной стороны формы и шесть — в перпендикулярном направлении. Форму полностью заполняют смесью, второй слой уплотняют таким же образом (всего 24 нажима шпателем). Над формой должен быть небольшой избыток раствора. Через 15...20 мин, после поглощения части воды из раствора кирпичом, избыток смеси срезают мокрым ножом и поверхность заглаживают вровень с краями формы. Формы, заполненные цементным раствором, помещают в камеру с температурой (20 ± 3)°С и относительной влажностью воздуха выше 90 %. Через 1 сут после укладки растворной смеси образцы освобождают от форм и хранят в той же камере, в тех условиях, в течение 3 сут, а остальное время (до момента испытания) — в воде или во влажном песке.

Образцы испытывают на сжатие через 28 сут от начала приготовления смеси. Перед испытанием каждый образец вытирают влажной тканью, взвешивают и измеряют штангенциркулем. Разделив массу образца на его объем, определяют плотность раствора. Методика испытания образцов на сжатие описана в лабораторной работе 2.

Результаты выполнения этой части работы записывают в журнале работ в виде таблицы.

В журнале лабораторных работ описывают методику приготовления раствора и определения подвижности растворной смеси, порядок изготовления образцов для определения прочности раствора, влияние водоцементного отношения на прочность раствора, делают вывод о марке раствора. Кроме того, зарисовывают прибор для определения подвижности растворной смеси и схему испытания образца раствора на сжатие.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют строительным раствором; чем раствор отличается от [illegible] ной смеси? 2. От чего зависит плотность раствора; чем отличается тяжелый [illegible] вор от легкого? 3. Охарактеризуйте строительные растворы по виду вяжущего [illegible] отличается жирный раствор от тощего? 5. Чем отличается простой раствор [illegible] ного, как принято записывать составы этих растворов? 6. Классифицируйте строи[illegible] тельные растворы по их назначению. 7. Расскажите о приготовлении растворов. 8. Что такое сухая растворная смесь и растворная основа? 9. Рас[illegible] жите об основных свойствах растворимой смеси. 10. Назовите основные [illegible] затвердевших растворов. 11. Что такое подвижность растворимой смеси, как [illegible]

деляют? 12. Что такое марка строительного раствора, как ее определяют? 13. Перечислите марки раствора по прочности и по морозостойкости. 14. От чего зависит прочность раствора? 15. Как определяют состав раствора? 16. Расскажите о растворах для обычной штукатурки. 17. Каковы свойства и области применения простых глиняных растворов и смешанных глиняных растворов? 18. Расскажите о свойствах и применении известковых и известково-гипсовых растворов. 19. Каковы достоинства и недостатки растворов на молотой негашеной извести? 20. Расскажите о свойствах и применении цементных растворов. 21. Что представляют собой и для чего применяются цементно-известковые растворы? 22. Назовите виды и укажите на применение специальных растворов. 23. Расскажите о растворах для цветных декоративных штукатурок. 24. Перечислите виды декоративных накрывок. 25. Что такое известково-песчаные цветные растворы? 26. Расскажите о терразитовых и каменных штукатурках и их применении. 27. Каково назначение штукатурки сграффито? 28. В чем состоят достоинства полимерцементных растворов по сравнению с цементными? 29. Чем хороши растворы с добавками поташа и нитрита натрия? 30. Как можно достичь однородного цвета и тона декоративной штукатурки? 31. Почему цементные растворы применяют реже, чем цементно-известковые? 32. Расскажите о кислотоупорных растворах и особенностях их приготовления.

ГЛАВА VI

ГИПСОКАРТОННЫЕ ЛИСТЫ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИХ КРЕПЛЕНИЯ

Для отделки поверхностей стен, перегородок, колонн, потолков вместо мокрой (обычной и декоративной) трудоемкой штукатурки применяют сухие облицовочные материалы на минеральных и органических вяжущих. К материалам на основе минеральных вяжущих относят гипсокартонные листы, гипсовые декоративные плиты, акустические гипсовые плиты, асбестоцементные плоские листы и другие материалы и изделия. К материалам на основе органических (полимерных) вяжущих относят листовой винипласт, листы «Полидекор» из поливинилхлорида, полистирольные панели «Полиформ», древесностружечные плиты, древесноволокнистые плиты, декоративный бумажнослоистый пластик и др.

Гипсокартонные листы (ГОСТ 6266—81*) — тонкие гипсовые листы, оклеенные с двух сторон картоном. Картон придает гипсовому листу прочность при изгибе и создает гладкую поверхность, которую без особой подготовки окрашивают краской или оклеивают обоями. Картонная оклейка сцеплена с гипсом настолько прочно, что при отрыве картона от гипса расслаивается картон.

Гипсокартонные листы изготовляют из гипсового вяжущего марки не ниже Г-4, минеральных или органических добавок и воды на непрерывной поточной линии. Смесь этих материалов укладывают на нижний движущийся лист картона, разравнивают, укладывают картон сверху и калибруют по толщине валками. Автомат полученную ленту разрезает на отдельные листы требуемого размера по длине. Затем листы направляют в сушилку. Выпускают листы прямоугольной формы (рис. 21) типа УК (с утоненной кромкой с лицевой стороны) и типа ПК (с прямыми продольными кромками). Длина листа 2500...4800 мм, ширина 600 и 1200 мм, толщина 8...25 мм. Плотность листов 850...950 кг/м^3.

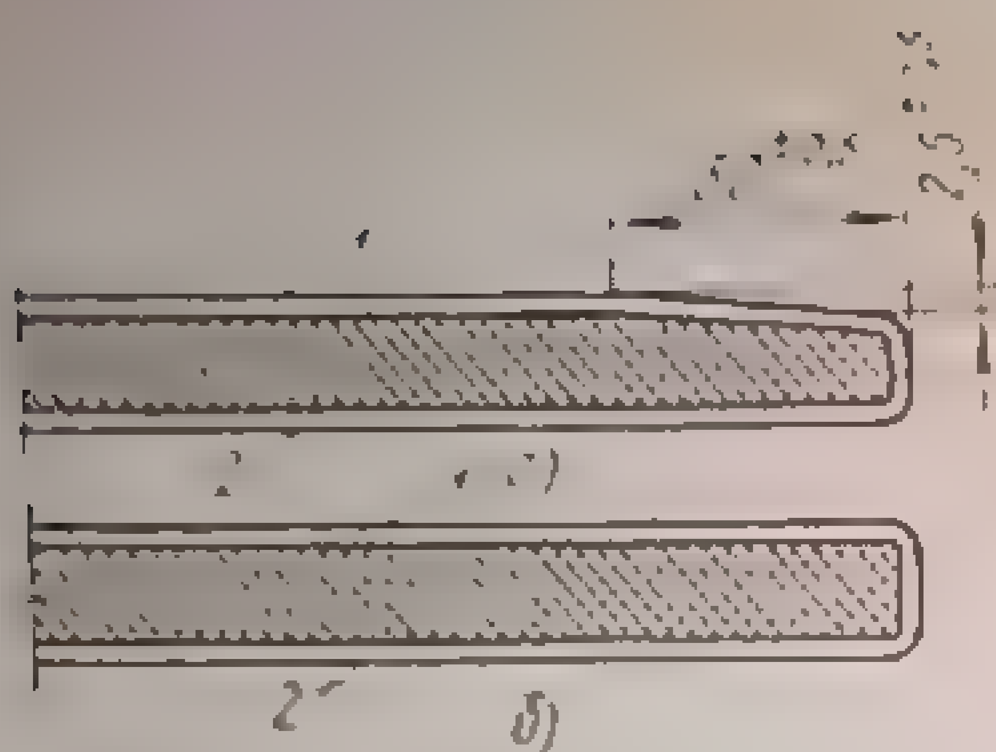


Рис. 21. Продольные кромки гипсокартонных листов:

а — скошенная, *б* — прямая; *1* — лицевая сторона, *2* — тыльная сторона

Гипсокартонные листы применяют для отделки стен и устройства перегородок. Крепят листы к известковой штукатурке и гипсобетонным поверхностям мастиками на гипсовых вяжущих, к бетону — мастиками на органических вяжущих, к деревянному каркасу — шурупами или оцинкованными гвоздями с широкой шляпкой, к каркасу металлическому или асбестоцементному — винтами. Хранят листы в сухом помещении, уложенными в штабель горизонтально.

Гипсовые отделочные панели (ПОГ) не требуется окрашивать или оклеивать обоями, лицевая поверхность их имеет декоративную отделку пленками. Панели выпускают четырех типов: ПОГ-1, ПОГ-2, ПОГ-3 и ПОГ-4. Их применяют для облицовки внутренних стен и перегородок. К отделываемым поверхностям панели крепят так же, как гипсокартонные листы.

Мастики на гипсовых вяжущих используют для крепления гипсокартонных листов и гипсовых отделочных панелей. Часто применяют пеногипсовую и пенозологипсовую мастики. Они экономичны, легки и пластичны. Пенообразователями в мастиках служит клееканифольный препарат или синтетические ПАВ — сульфанол, «Прогресс» и др. Для замедления схватывания гипсового вяжущего применяют известково-клеевой замедлитель. Его получают при гашении гидратной извести 10%-ным водным раствором столярного клея; этот порошок перед работой разводят водой до требуемой концентрации.

Состав пеногипсовой мастики (части по объему): гипсовое вяжущее марки не ниже Г-5 — 1; пена — 0,5; вода с добавкой 1%-ного известково-клеевого замедлителя — 0,4.

Состав пенозологипсовой мастики (части по объему): гипсовое вяжущее марки не ниже Г-5 — 1, пена — 0,6, зола ТЭЦ — 0,75, вода с добавкой 1%-ного известково-клеевого замедлителя — 0,7

Если нет пенообразователей, готовят и применяют гипсоопилочную мастику состава 4:1 (гипсовое вяжущее марки Г-5: древесные опилки). Смесь вяжущего и опилок затворяют 1...2%-ным раствором известково-клеевого замедлителя. Влажность опилок — не более 20%. Гипсоопилочная мастика схватывается примерно через 30 мин. Если применяют опилки хвойных пород, содержащих скипидар (замедлитель схватывания гипсового вяжущего), то количество замедлителя уменьшают.

Для крепления гипсокартонных листов и гипсовых панелей к бетонным поверхностям применяют цементно-песчаные растворы, а чаще битумные мастики, обладающие высокой водостойкостью. Битумные мастики бывают горячие (140...160° С), теплые (60...70° С) и холодные. В облицовочных работах применяют главным образом холодные битумные мастики. Они содержат наполнитель

ми, каолин). Такие мастики затвердевают в результате испарения органического растворителя или воды, а также за счет твердения вяжущего материала (извести, глины или цемента). Твердение холодных мастик начинается примерно через 1 ч и длится несколько суток.

Из холодных битумных мастик часто применяют *известково-битумную мастику* централизованного приготовления. Она состоит из битума марки БН 70/30, извести и воды. По консистенции похожа на густой сироп. Перевозят ее в закрытой таре, так как она твердеет в результате испарения воды. Мастика водостойка и водонепроницаема.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем сухие штукатурки (облицовки) выгоднее мокрых? 2. Что представляют собой гипсокартонные листы? 3. Расскажите о гипсовых мастиках. 4 Чем крепят гипсокартонные листы и гипсовые панели к бетонным поверхностям? 5. Расскажите о битумных мастиках 6 Чем отличаются гипсовые панели от гипсокартонных листов?

[illegible]

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАЛЯРНЫХ РАБОТ. ПИГМЕНТЫ

§ 33. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МАЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Отделочные материалы, применяемые для производства малярных работ, называют лакокрасочными или малярными материалами. Они мало материалоемки, так как применяются в тонких слоях. Малярные материалы подразделяют на основные и вспомогательные.

К *основным* относят краски (суспензии пигментов в связующем), лаки (растворы пленкообразующих веществ в растворителях), эмали (суспензии пигментов в лаке), грунтовки (жидкие суспензии пигментов в связующем), шпатлевки (густые смеси пигментов и наполнителей в связующем), связующие (олифы, полимеры, эмульсии, клеи). К *вспомогательным* материалам относят пасты, мастики, замазки, разбавители, растворители, смывки, сиккативы (сушки) и др.

Лакокрасочные материалы, как правило, состоят из сухого и жидкого компонентов. В первую группу входят пигменты и наполнители, во вторую — связующие и растворители, а также добавки. Важнейшей и непременной составной частью окрасочного состава и других малярных материалов являются пигменты.

Пигменты (сухие краски) — тонко измельченные цветные неорганические или органические вещества, нерастворимые в воде и дисперсных средах и способные образовывать с пленкообразующим защитное, декоративное или декоративно-защитное покрытие. Пигменты применяют для изготовления малярных и других красок,

а также для окрашивания цветных строительных растворов, пластмасс, бумаги, резины и других материалов. Они отличаются от растворимых красителей нерастворимостью в воде и в окрашиваемых материалах. Пигменты служат для поверхностного окрашивания, в то время как красители, окрашивая поверхность, проникают внутрь материала. В малярных работах красители из-за их растворимости почти не применяют.

Пигменты бывают природные (неорганические), искусственные или синтетические (неорганические и органические) и металлические. *Природные неорганические пигменты* получают путем измельчения, обогащения, термической обработки минералов и горных пород. *Синтетические неорганические пигменты* получают в результате химических реакций. *Синтетические органические пигменты* — красящие вещества различного химического строения. *Металлические пигменты* — тонкие порошки металла или сплава металлов.

В лакокрасочной промышленности широко применяют следующие неорганические пигменты: мел, белила, диоксид марганца, сурик железный, охру, цинковый крон, окись хрома, ультрамарин, алюминиевую пудру и др.

Пигменты обладают свойствами, которые предопределяют их применение в малярных работах. К таким свойствам относятся цвет, свето- и атмосферостойкость, красящая способность, укрывистость, стойкость против химических воздействий, тонкость помола, маслоемкость и др.

§ 34. ЦВЕТ КАК СВОЙСТВО ПИГМЕНТОВ

Каждый наблюдаемый нами предмет обладает цветом, который мы воспринимаем зрительно.

Белый свет представляет собой совокупность лучей различного цвета. Исаак Ньютон в 1666 г. пропустил солнечный луч через трехгранную стеклянную призму. На белом экране он увидел разноцветную полоску, в которой цвета располагались в том же порядке, в каком они располагаются в радуге. Цветную полоску, полученную при разложении солнечного луча, Ньютон назвал с п е к т р о м (рис. 22*).

Рассматривая спектр, невозможно точно указать границы между отдельными цветами, так как каждый цвет постепенно переходит в другой. Поэтому спектр называют непрерывным. В спектре принято выделять семь главных цветов, расположенных последовательно один за другим: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Каждый из указанных участков спектра, в свою очередь, состоит из множества цветных оттенков, плавно переходящих один в другой.

Чем же определяется цвет окружающих нас предметов? Если на



* Звездочкой отмечены цветные рисунки, помещенные в книге.

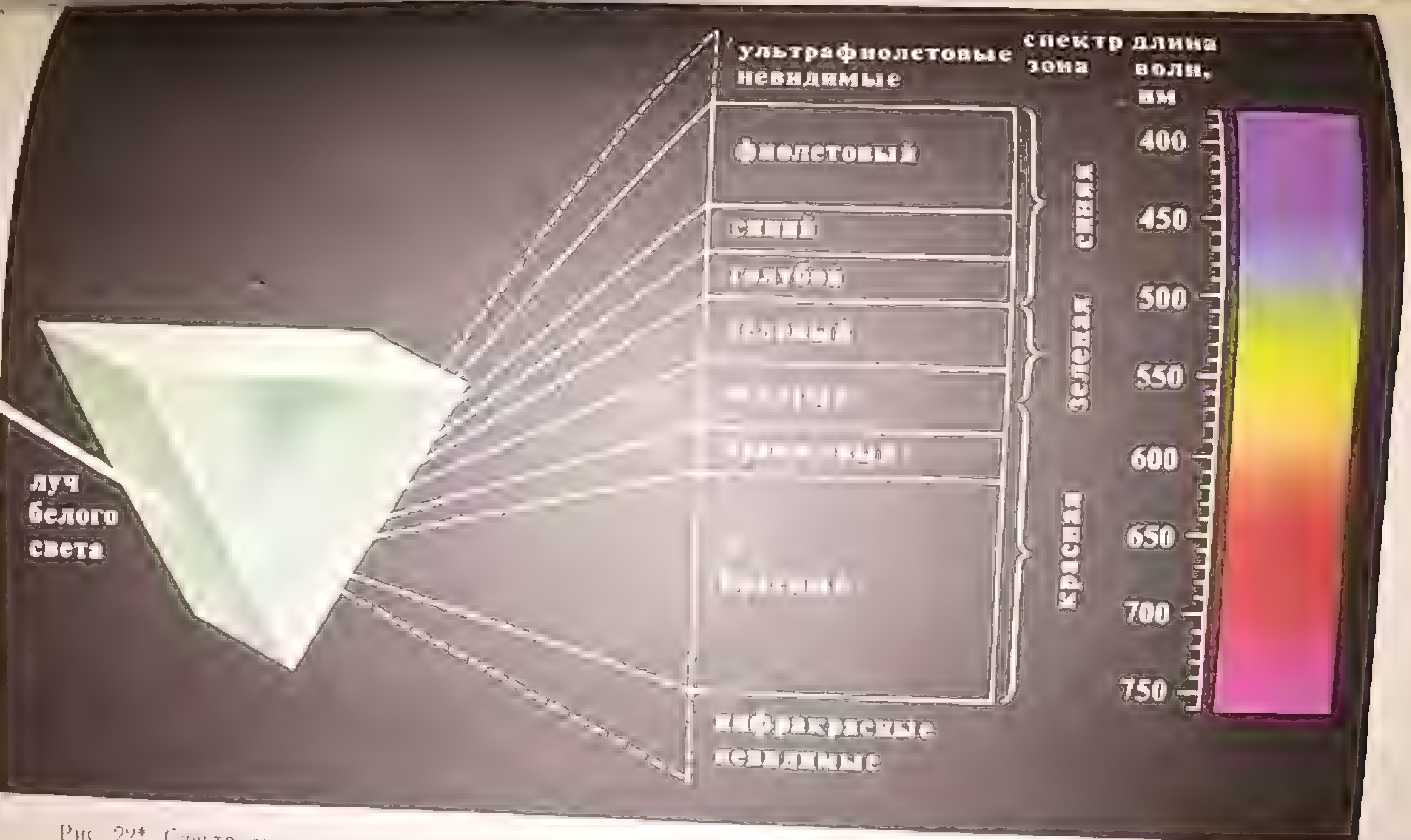
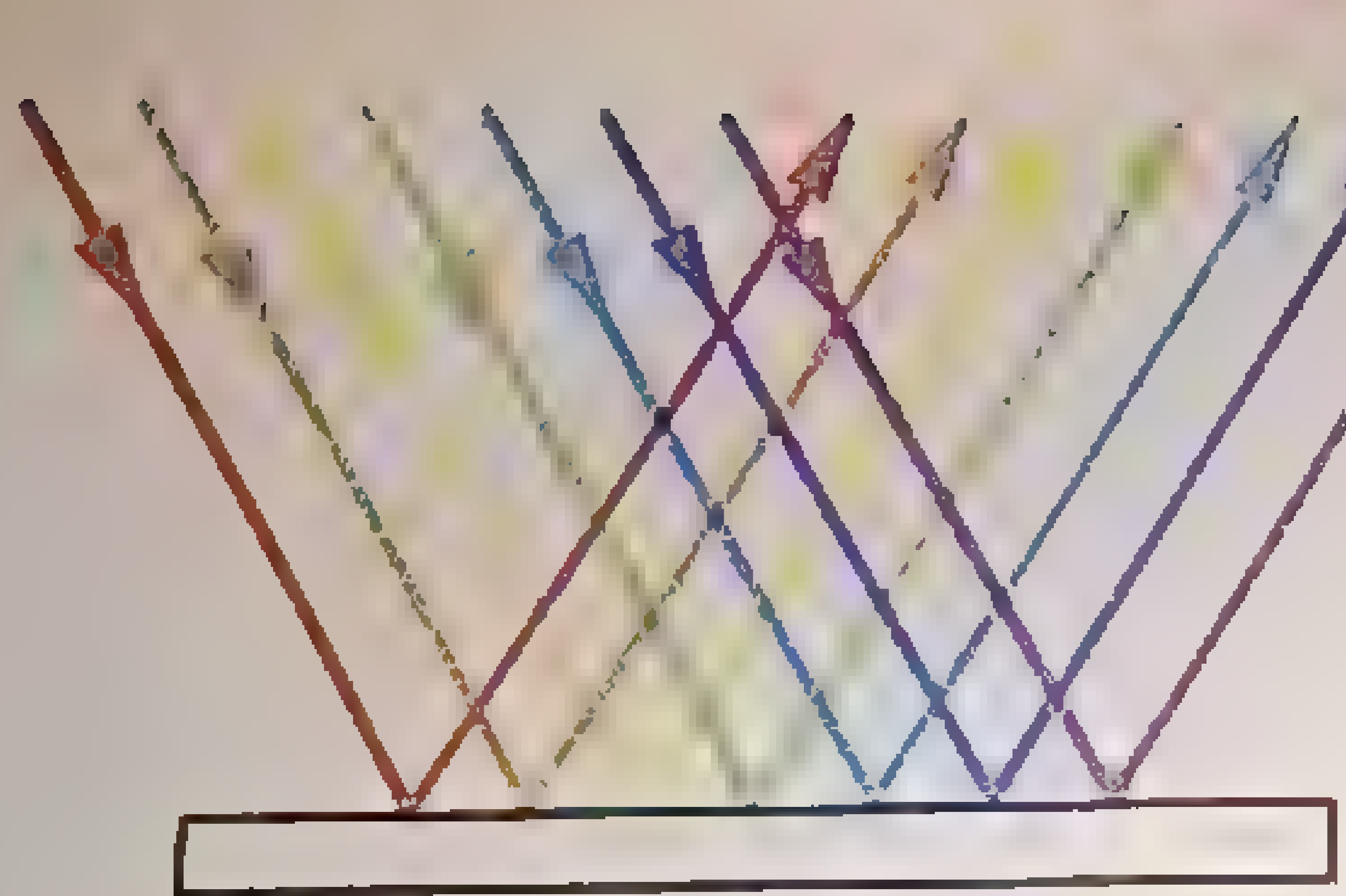
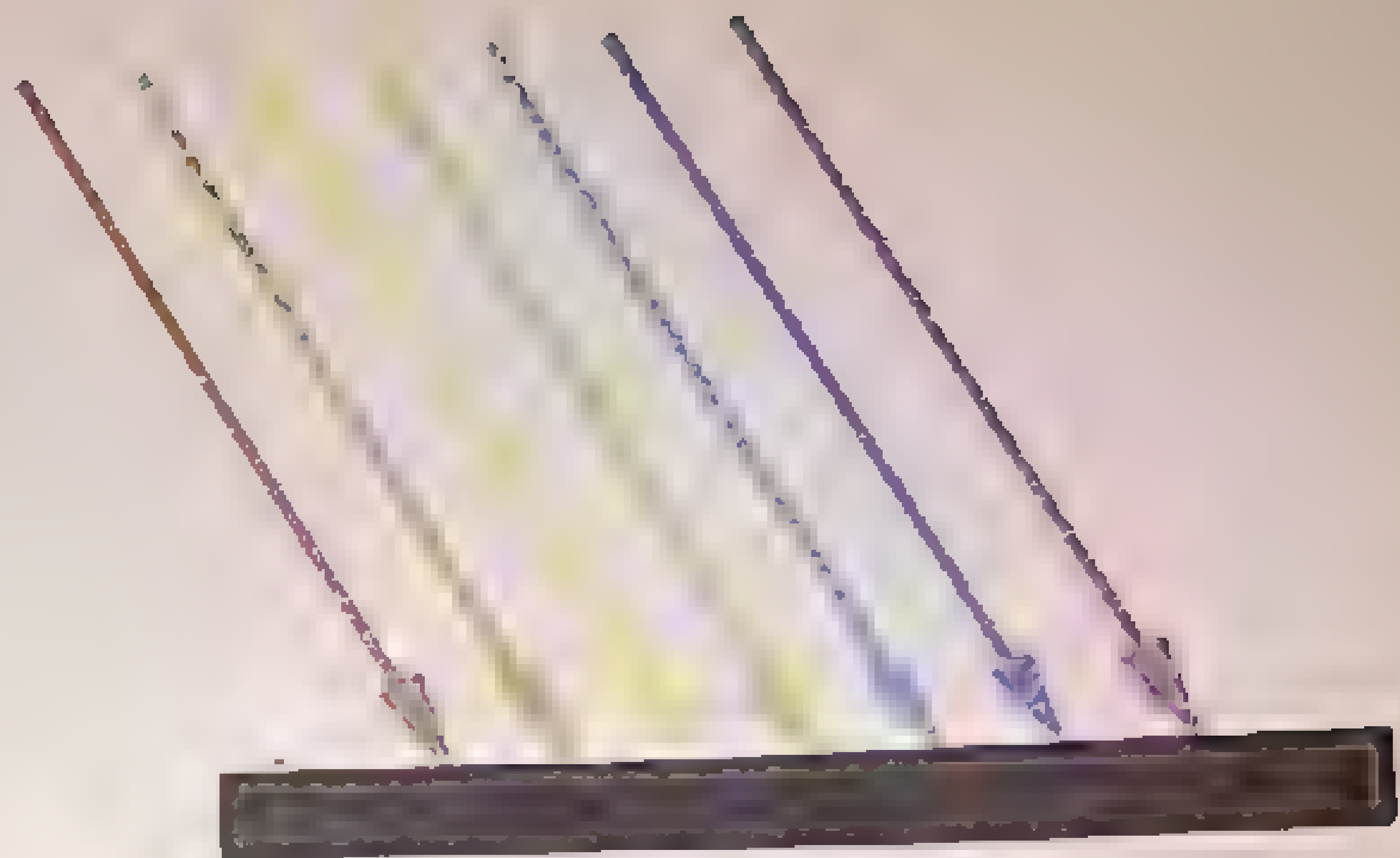


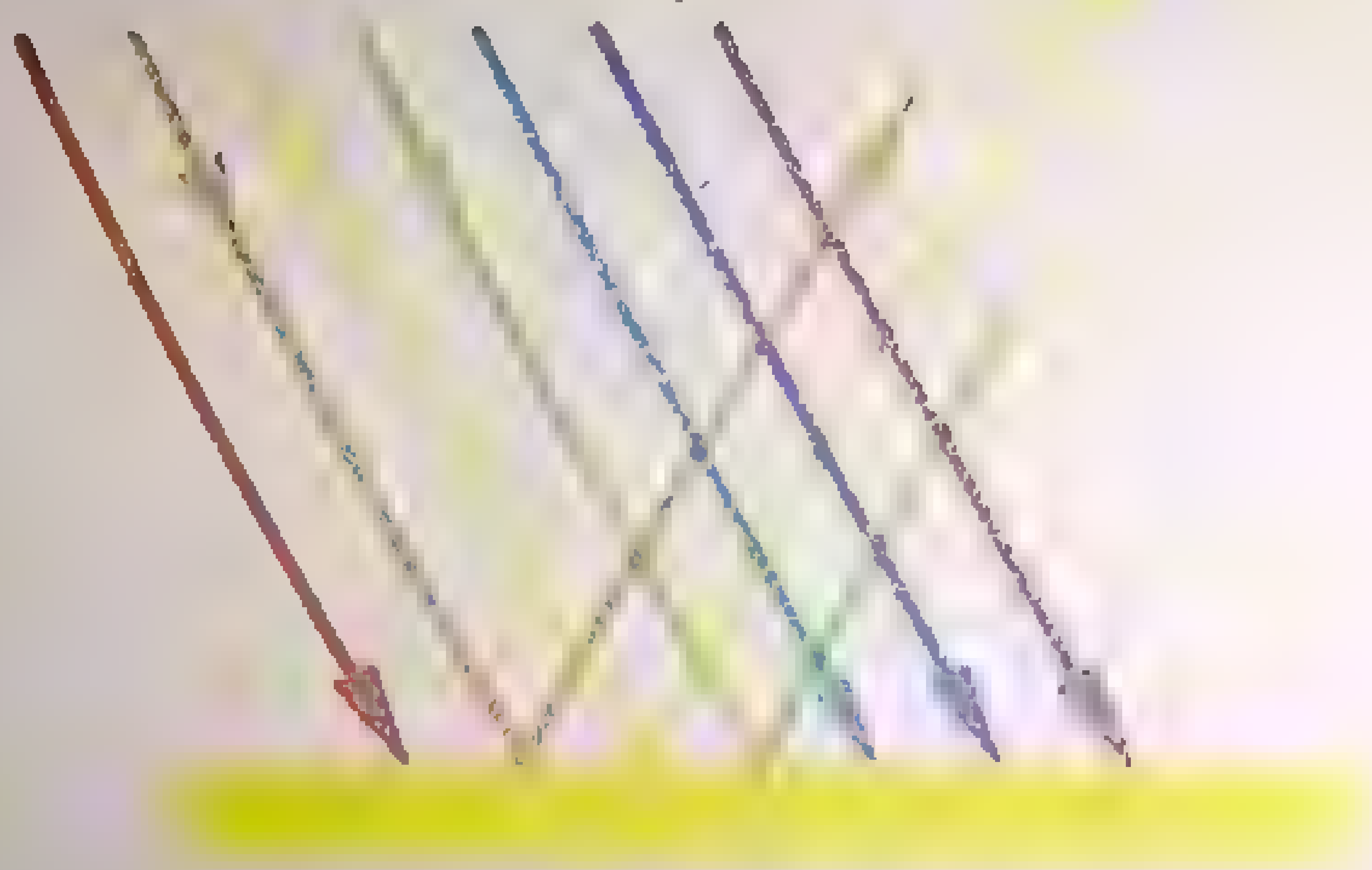
Рис. 22* Спектральное разложение [illegible] через стеклянную трехгранную призму



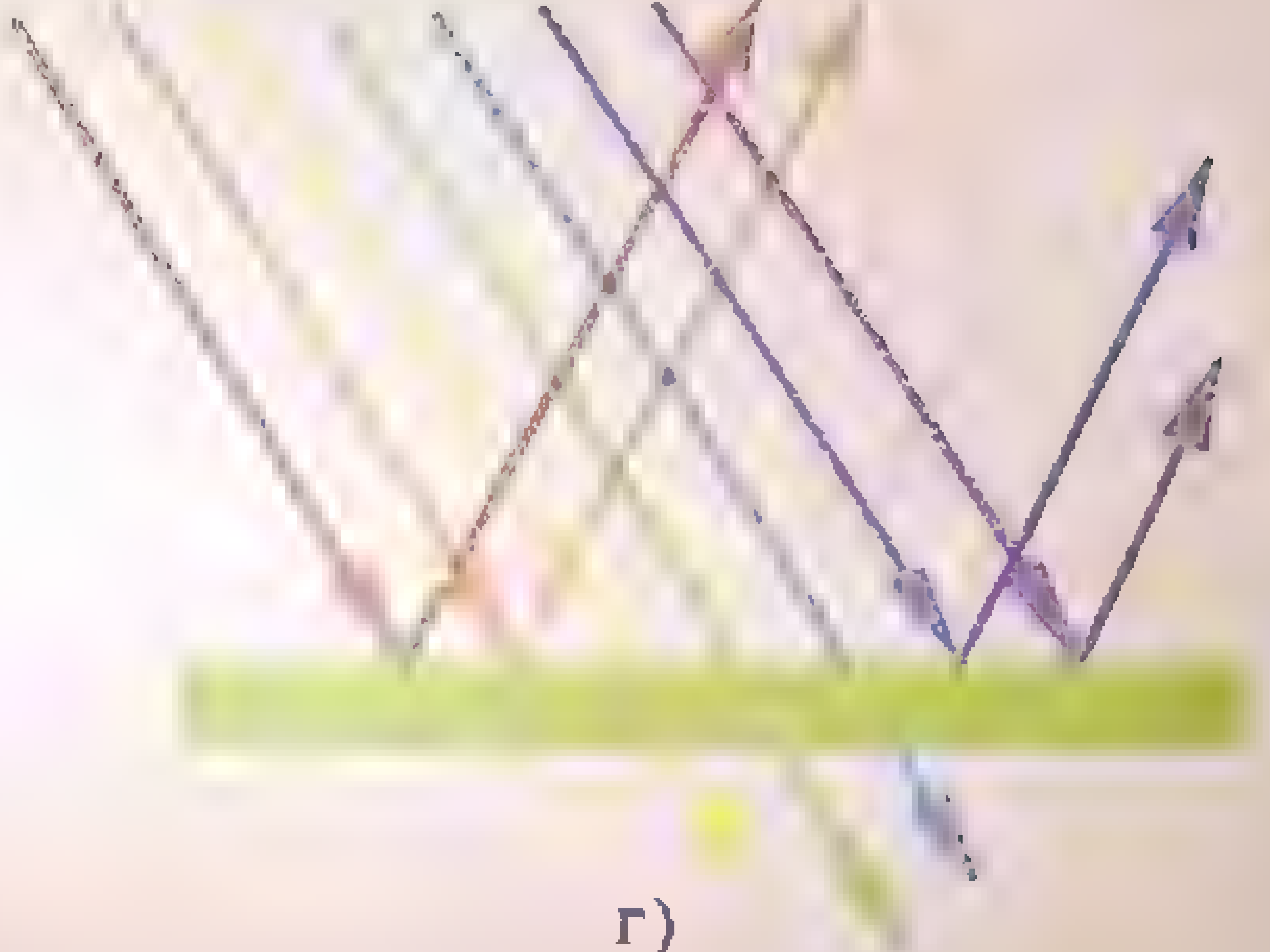
а)



б)



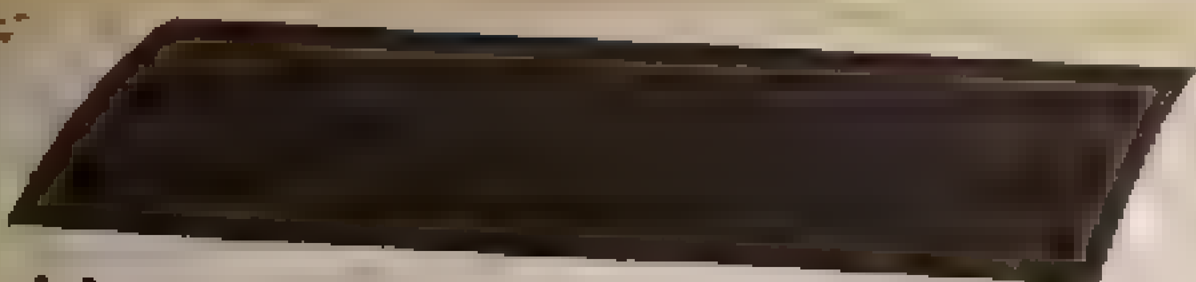
в)



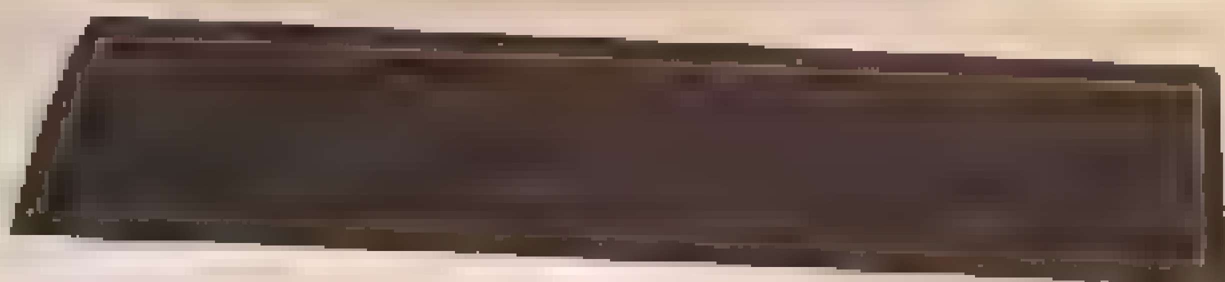
г)

Рис. 23*. Образование цвета поверхностей пигментов

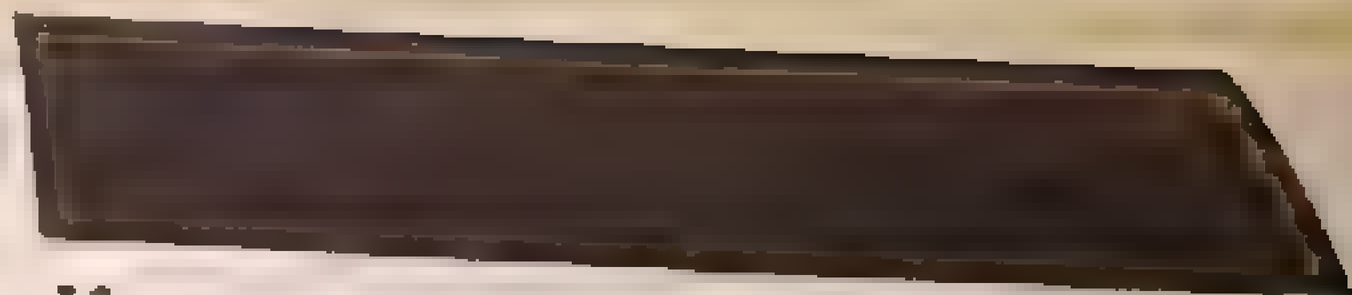
а — белого, *б* — черного, *в* — желтого, *г* — зеленого (прозрачная поверхность)



Марганца диоксид

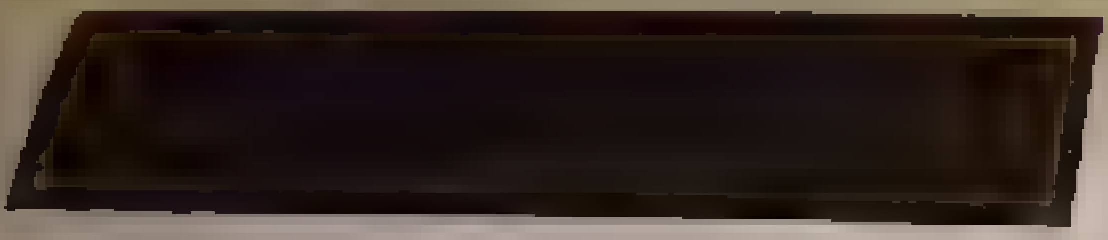


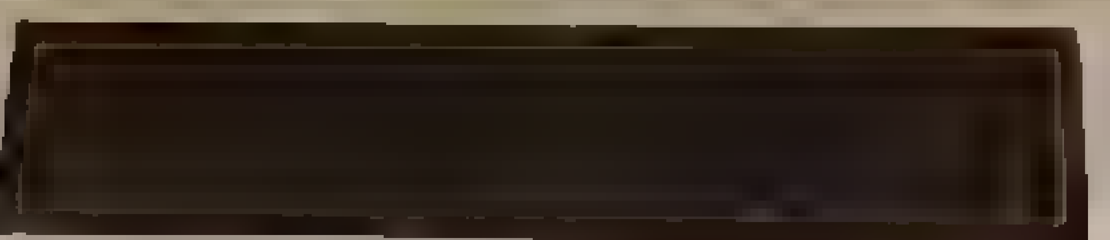
Сажа



Костяная чернь

Рис. 28


Марганца диоксид


Сажа

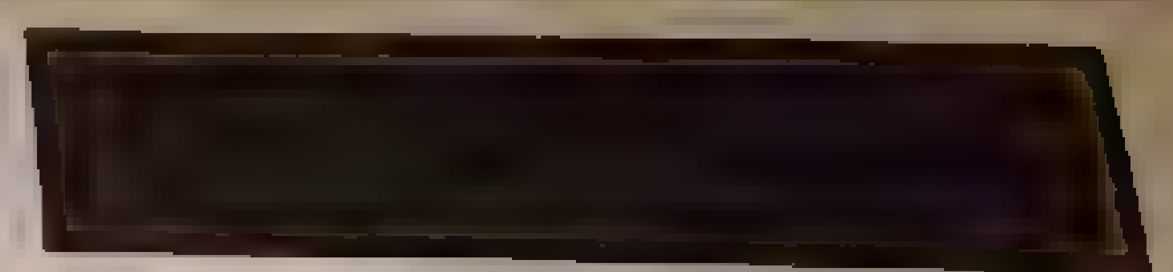
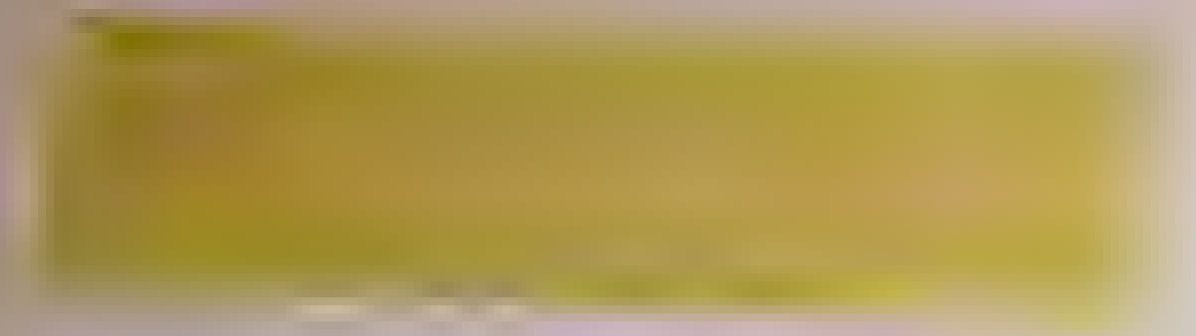
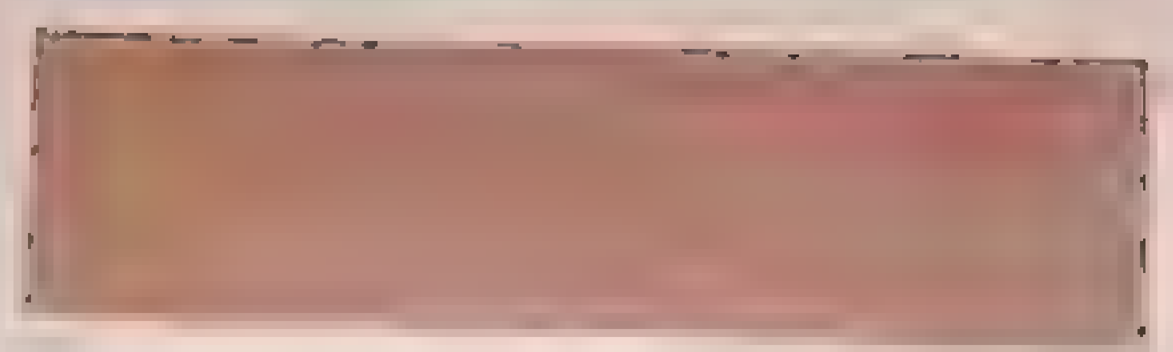
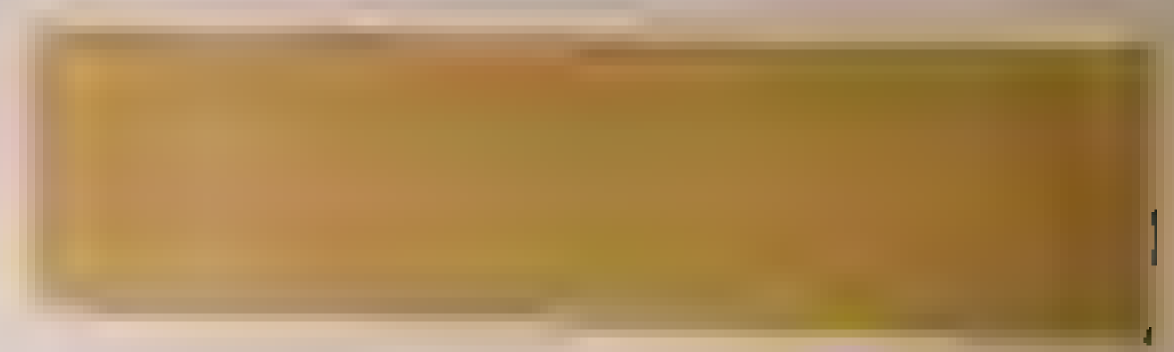

Костяная чернь

Рис. 28


Охра


Сиена жженая

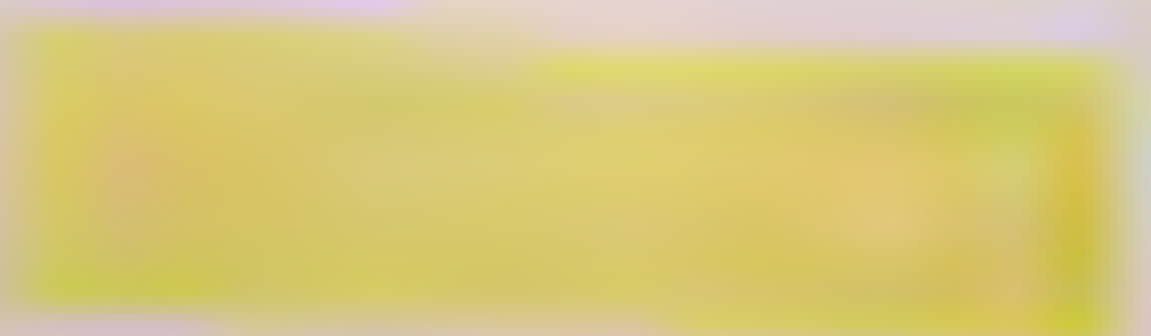

Сиена природная


Крон свинцовый лимонный


Крон свинцовый желтый


Крон свинцовый оранжевый


Крон цинковый лимонный


Крон цинковый желтый

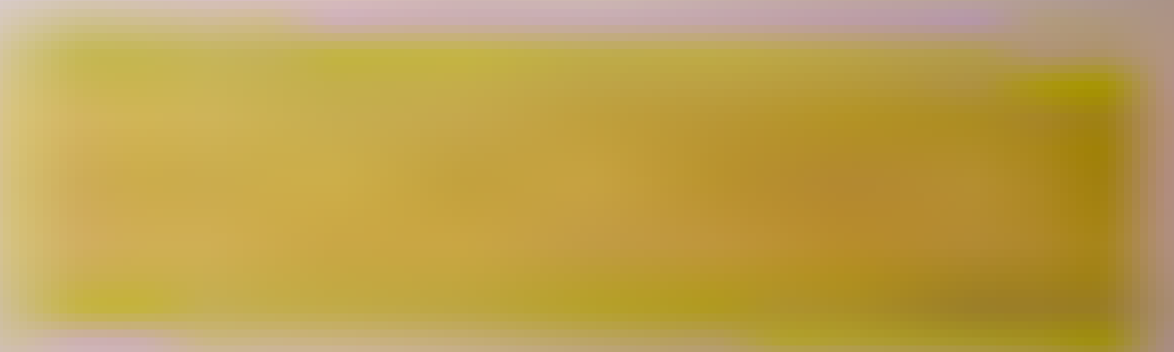
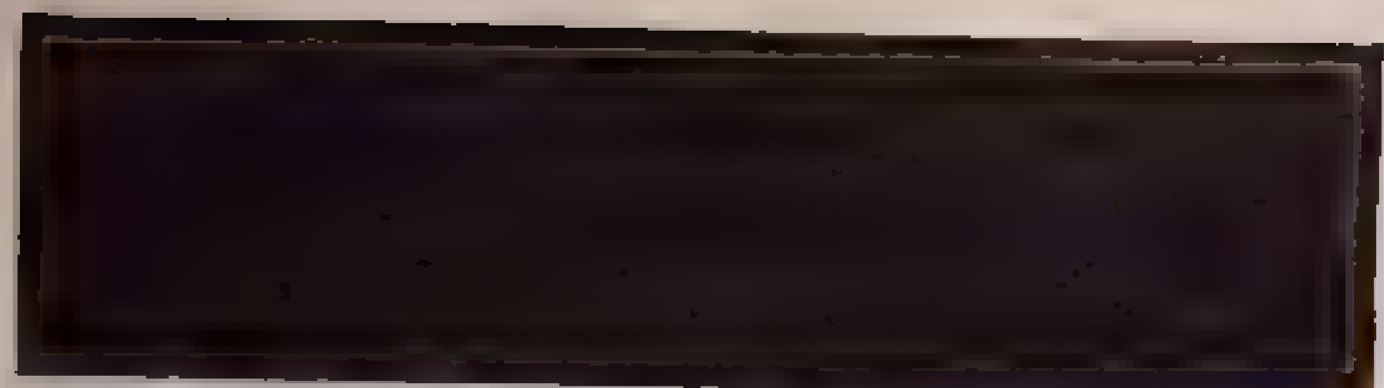
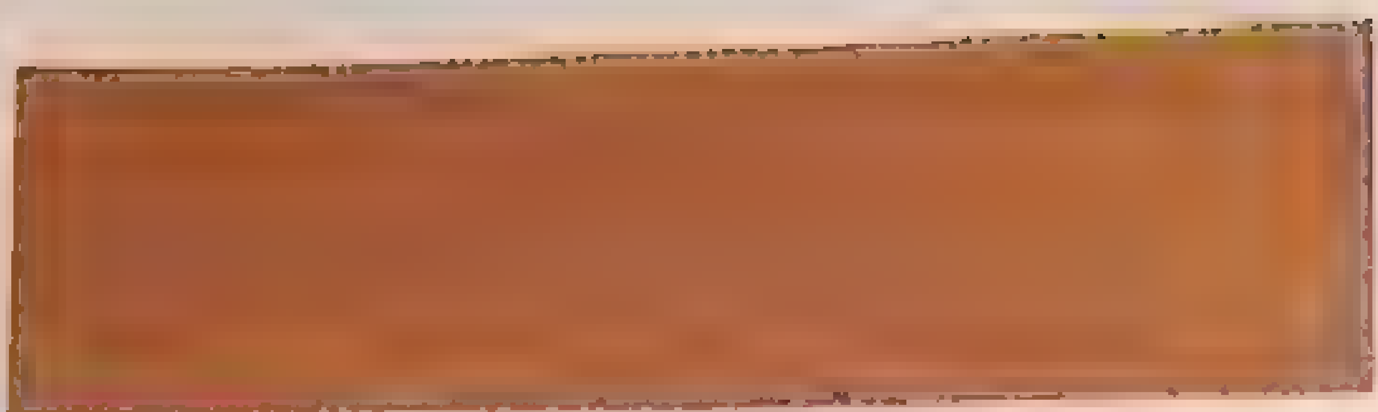

Пигмент желтый

Рис. 31

Рис. 28* Образцы выкрасок черными пигментами
Рис. 31* Образцы выкрасок желтыми пигментами


Графит

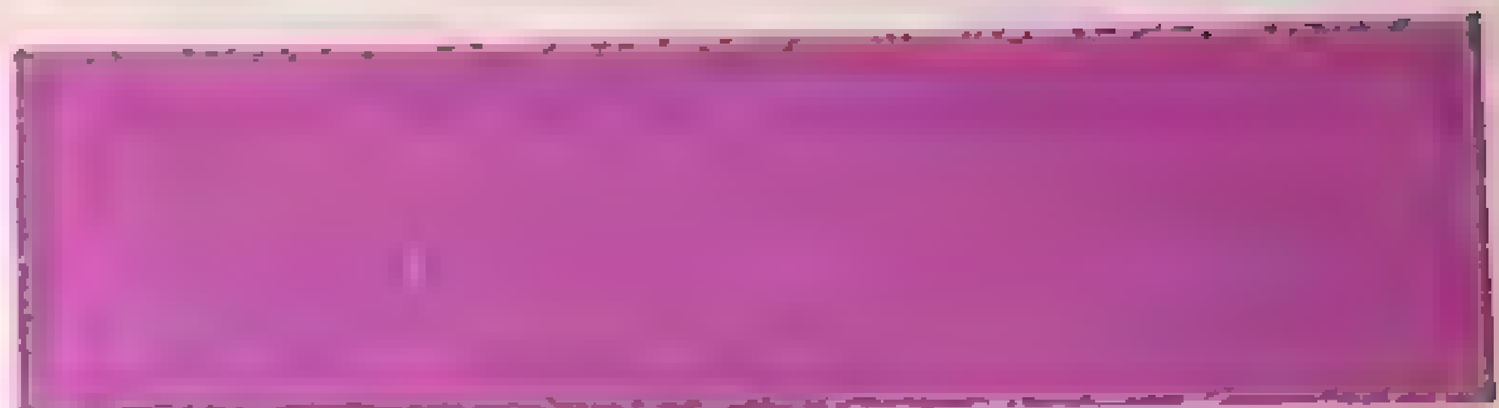

Сурик железный

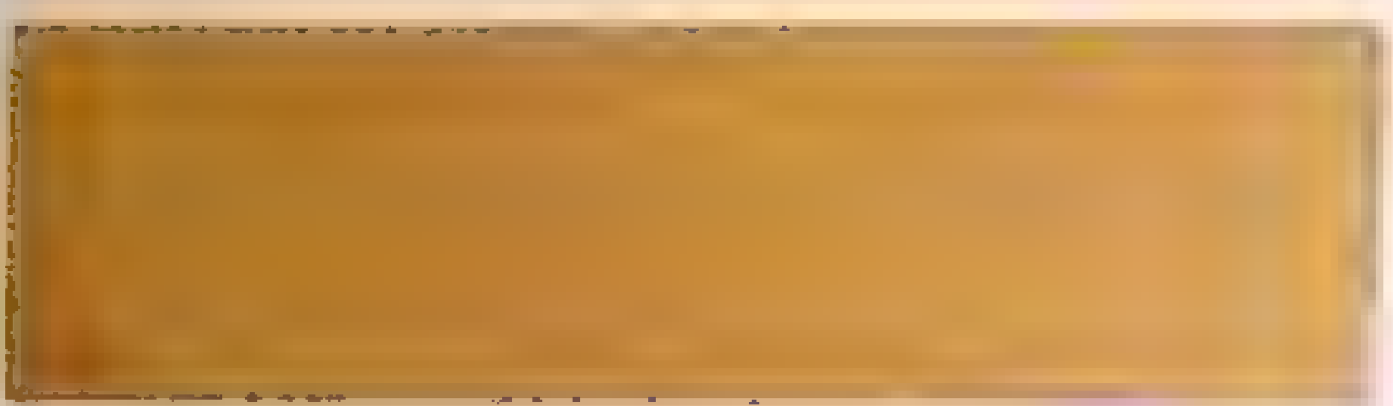

Мумия светлая

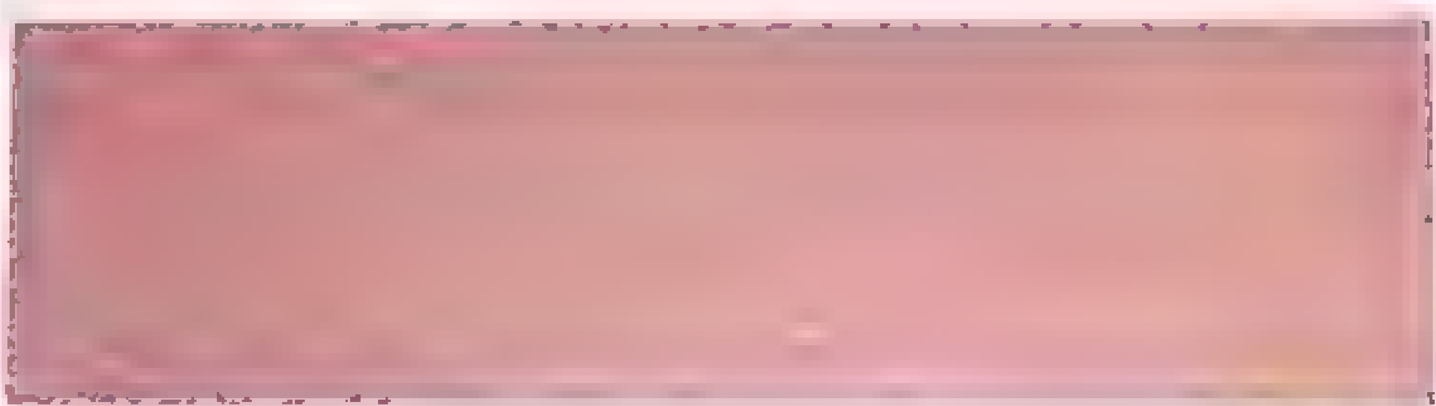

Цинковая пыль

Рис. 29


Мумия темная


Редоксайд


Охра жженая


Марс красный


Пигмент алый


Пигмент красный С


Лак рубиновый СК

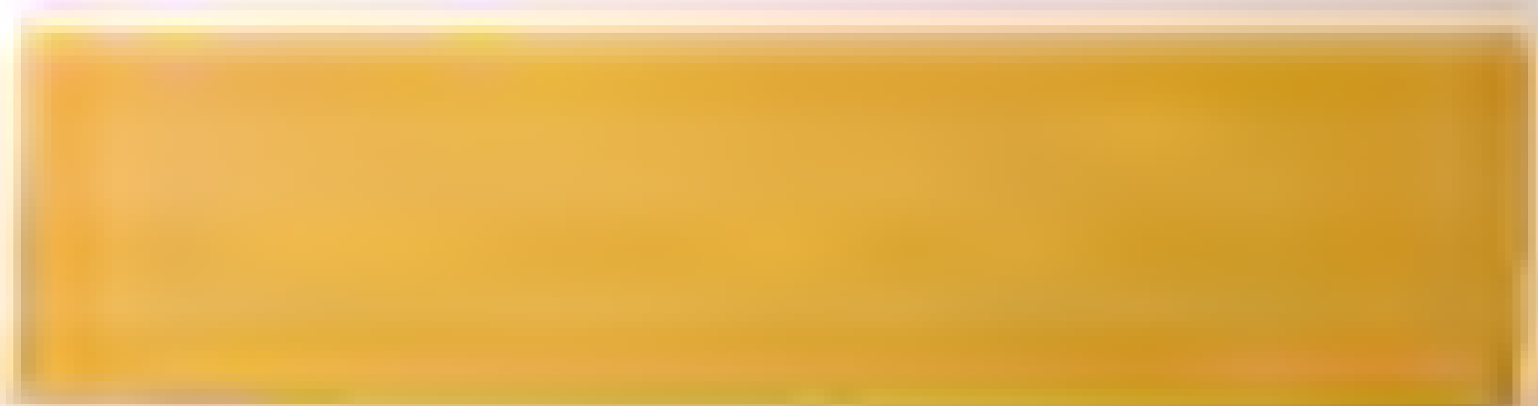
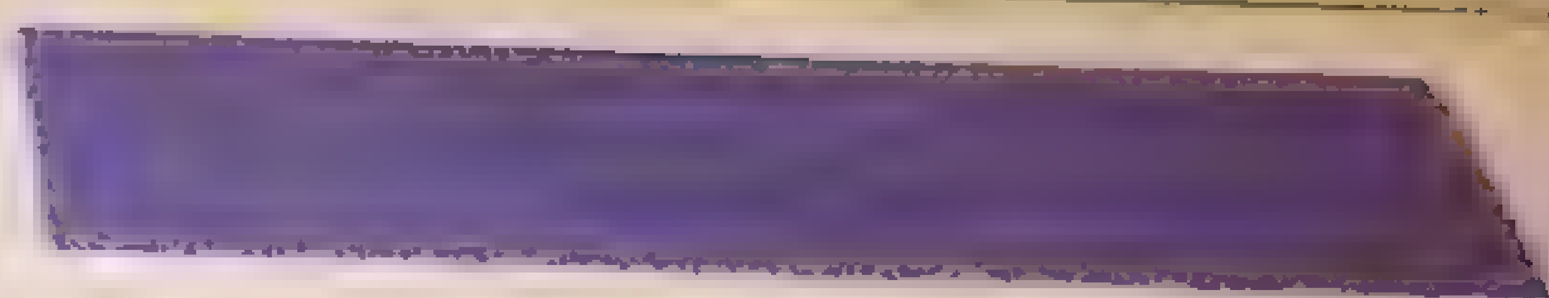

Пигмент оранжевый

Рис. 30

Рис. 29*. Образцы выкрасок серыми пигментами
Рис. 30*. Образцы выкрасок красными пигментами

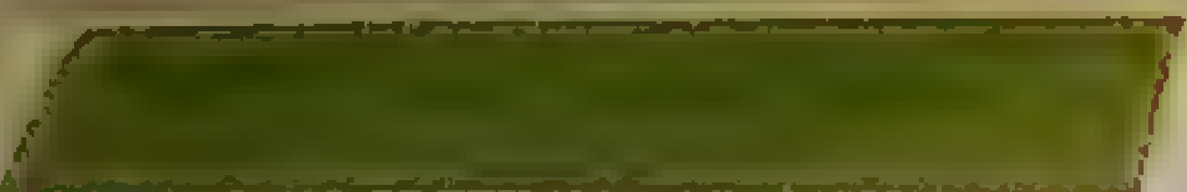

Зелень цинковая светлая

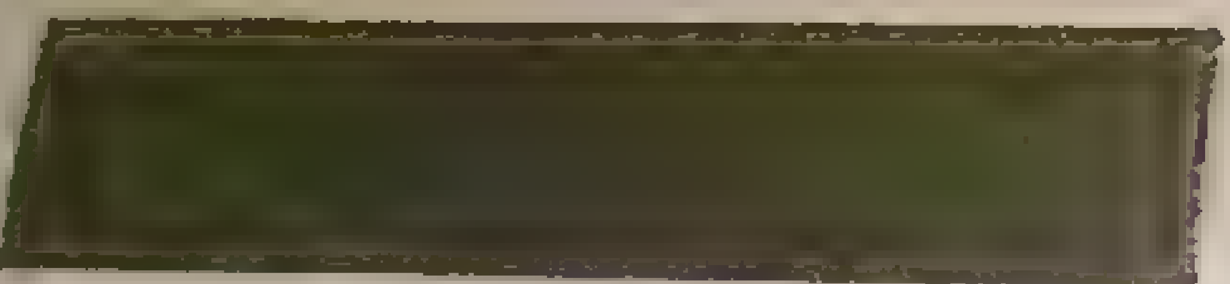

Ультрамарин УМ-1

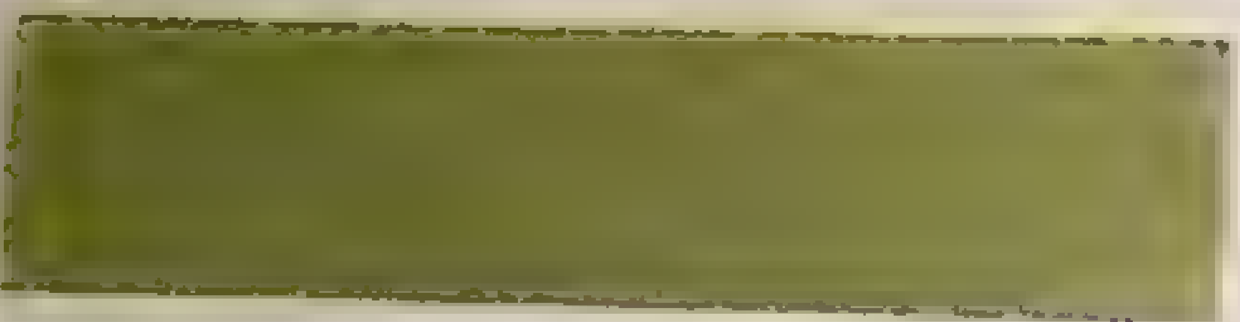

Ультрамарин УМ-3

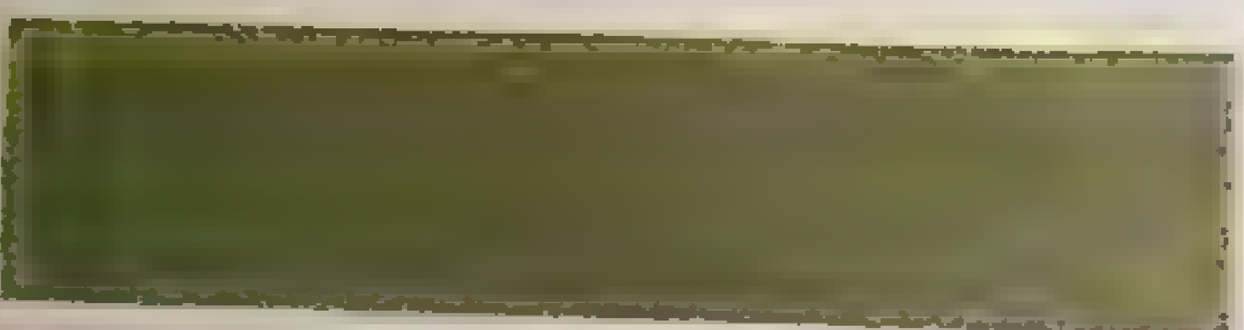
Лак рубиновый СК

Пигмент оранжевый


Зелень цинковая светлая


Зелень цинковая темная


Оксид хрома


Медянка

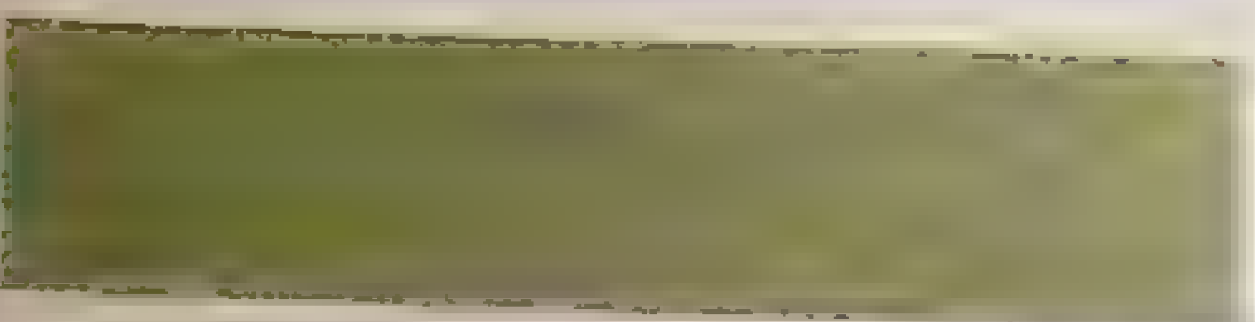
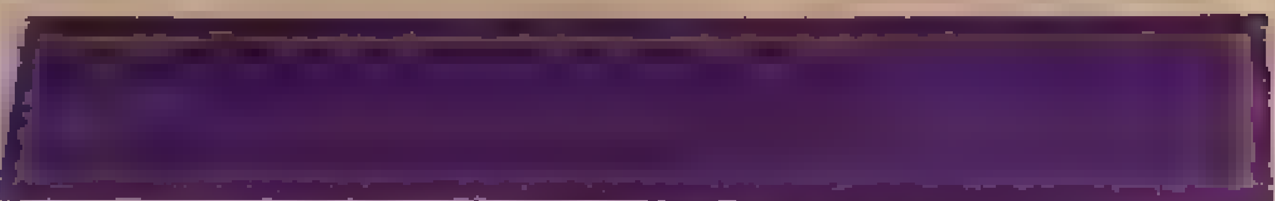
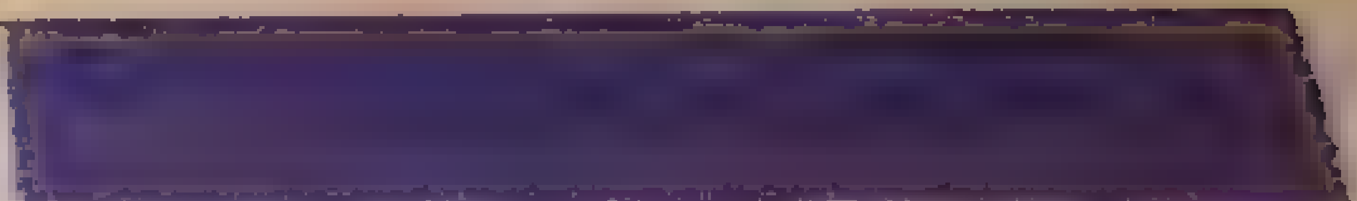

Пигмент зеленый

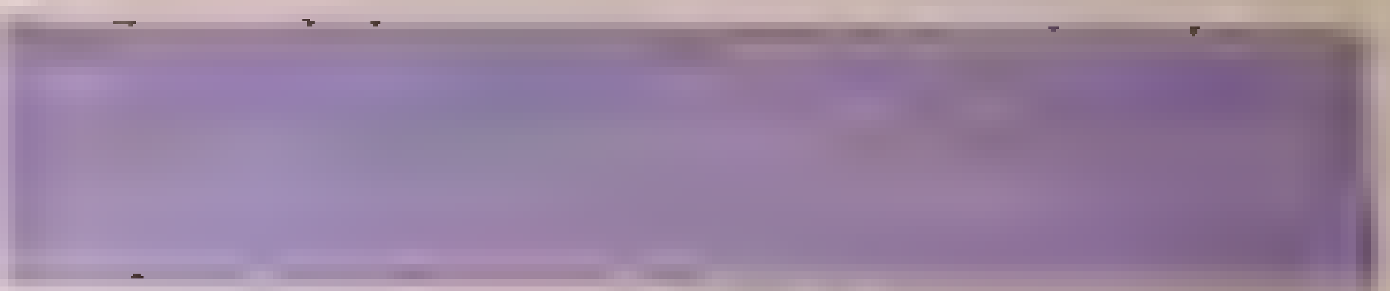
Рис. 32


Ультрамарин УМ-1


Лазурь железная

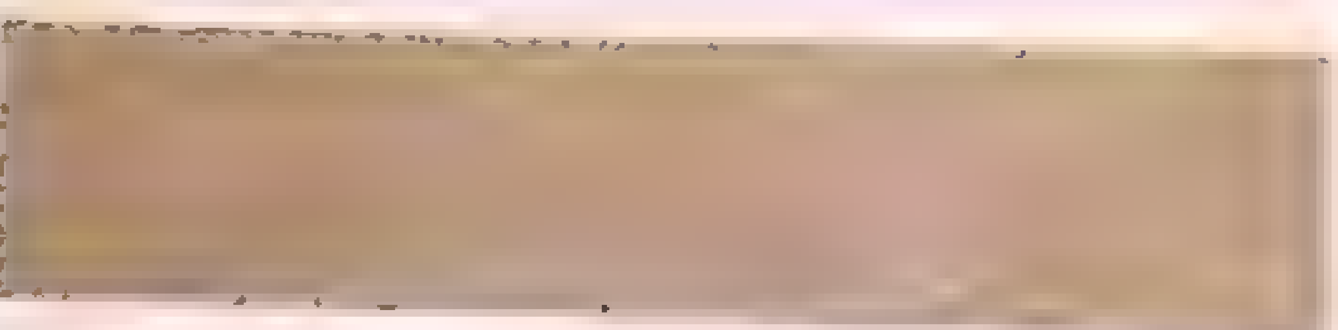

Пигмент голубой фталоцианиновый


Ультрамарин УМ-3


Кобальт синий


Лак основной синий

Рис. 33


Умбра коричневая


Марс коричневый темный

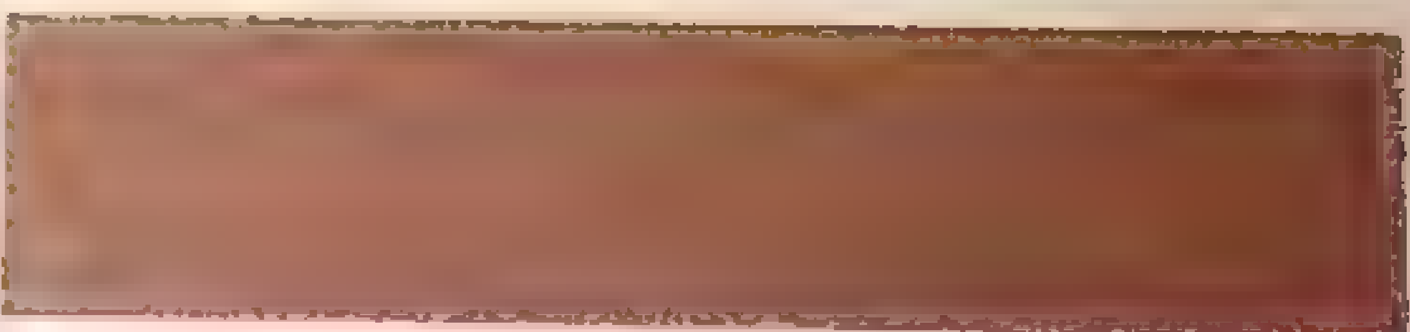

Марс коричневый светлый

Рис. 34

Рис. 32*. Образцы выкрасок зелеными пигментами

Рис. 33*. Образцы выкрасок синими пигментами

Рис. 34*. Образцы выкрасок коричневыми пигментами

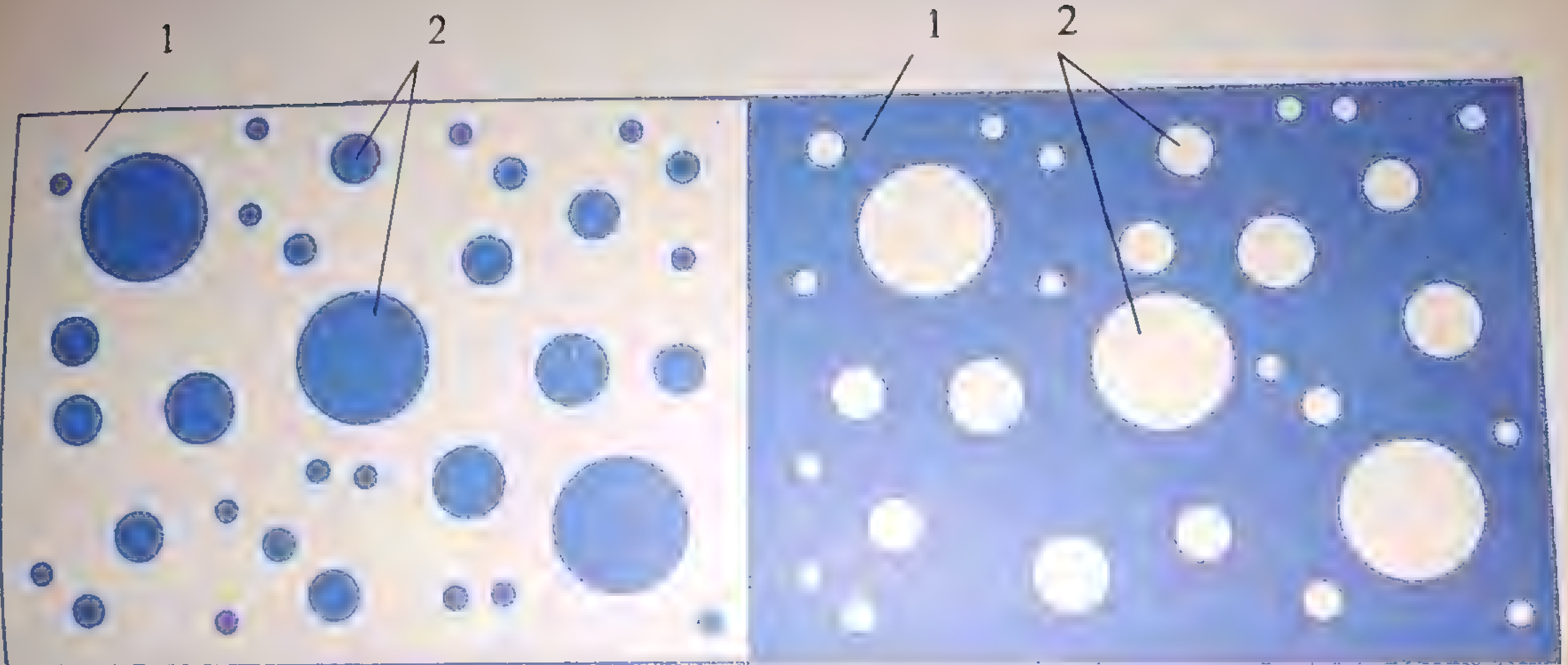
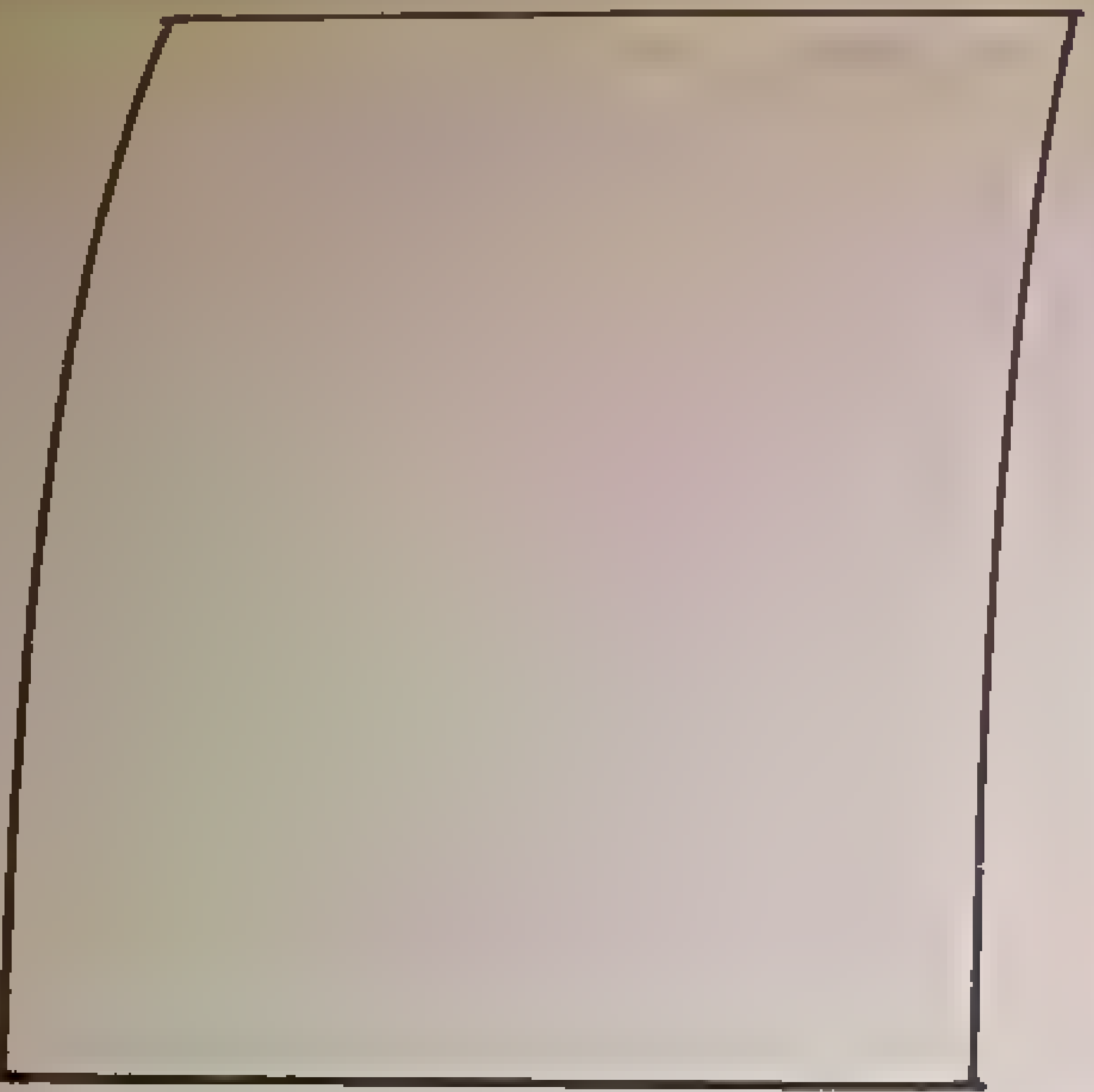


Рис. 36*. Схема строения эмульсии:
а — масло в воде (МВ), *б* — вода в масле (ВМ); *1* — внешняя фаза, *2* — внутренняя фаза



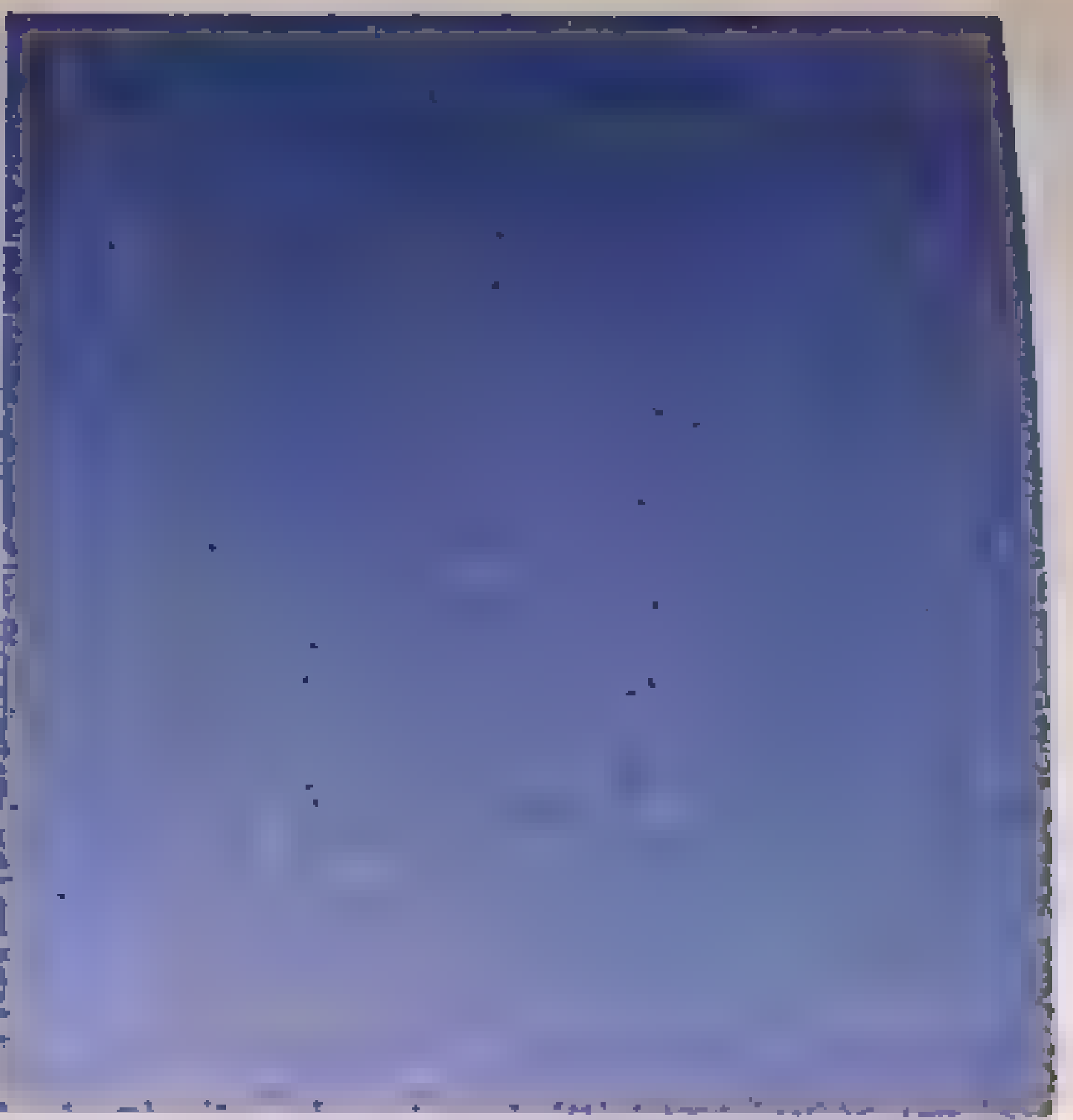
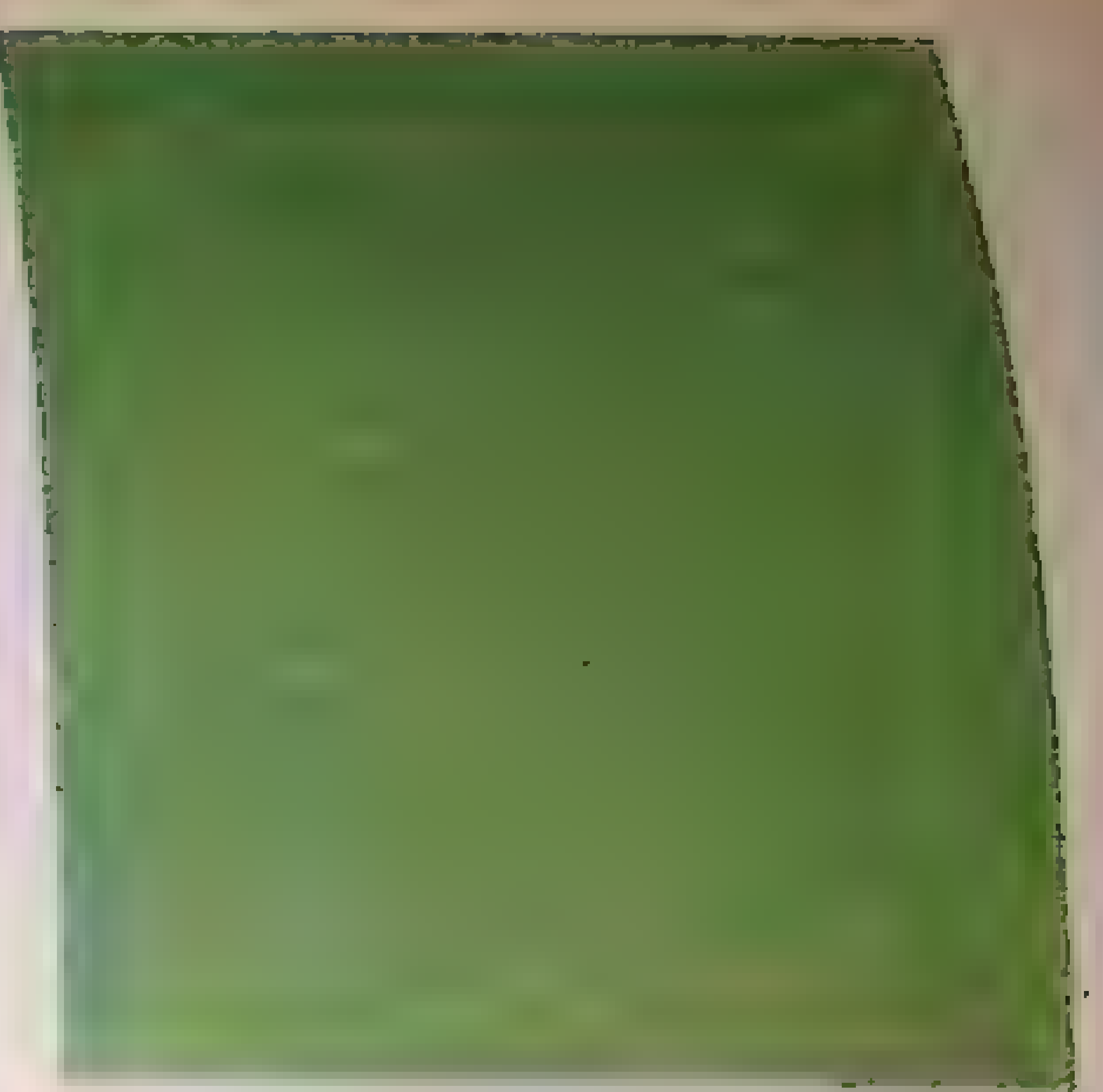







Рис. 41* Образцы выкрасок силикатными красками










Рис. 42*. Образцы выкрасок цементными красками

...какую-либо прозрачную поверхность направить световой поток с непрерывным спектром, то часть этого светового потока отразится от поверхности, часть поглотится ею, а часть пройдет через нее. Цвет окружающих нас предметов определяется цветом лучей, отраженных поверхностью. Белый цвет поверхности (рис. 23, *а**) мы видим потому, что эта поверхность отражает все лучи света, падающие на нее, черный цвет (рис. 23, *б**) — потому, что поверхность поглощает все лучи, желтый цвет (рис. 23, *в**) — потому, что поверхность отражает желтые и ближайшие по спектру лучи, а остальные поглощает. Прозрачные поверхности пропускают лучи, определяющие цвет прозрачной поверхности. Так, зеленое стекло (рис. 23, *г**) пропускает зеленые и прилегающие к ним по спектру лучи и отражает остальные.

Известно, что окраска комнаты и находящихся в ней предметов воспринимается нами по-разному при дневном освещении и при освещении искусственными источниками света. Происходит это потому, что в составе луча солнечного света все видимые излучения содержатся в строго определенном сочетании, дающем в сумме белый цвет, а в спектре электрической лампы накаливания почти полностью отсутствуют синие и фиолетовые лучи. Поэтому при освещении лампами накаливания красные цвета становятся более чистыми, а оранжевые краснеют. Одновременно красные и оранжевые цвета становятся более светлыми. Голубые цвета в свете лампы накаливания зеленеют, а синие и фиолетовые несколько краснеют, приобретают пурпурный оттенок и немного темнеют. Чтобы правильно подобрать цвета для окраски различных поверхностей внутри помещений или фасадов, нужно знать свойства цветов, их сочетаний, а также правила выбора цветов.

Все цвета, встречающиеся в природе, делят на ахроматические (бесцветные) и хроматические (цветные).

К *ахроматическим* относятся белый и черный, а также все серые цвета, которые получают смешением в разных пропорциях белого и черного цветов. Ахроматические цвета в спектре отсутствуют. Они отличаются один от другого только тем, что одинаково отражая все цвета видимой части спектра, в разной степени отражают свет, вследствие чего и представляются нам белыми, серыми и черными.

Ахроматические цвета имеют различные коэффициенты отражения, чем и определяется цвет поверхности. Наибольший коэффициент отражения, равный 96 %, имеет порошок оксида магния, являющийся самым белым предметом. Наименьший коэффициент отражения 0,3 % у черного бархата, он кажется нам самым черным предметом. Смешением белого и черного цветов можно получить множество ахроматических цветов. Глаз человека в состоянии различать лишь ограниченное их количество — около 300.

Хроматическими называют все цвета, кроме ахроматических, т. е. такие, которые имеют тот или иной цветовой тон. К ним относятся все цвета спектра и другие, которые можно получить смешением этих цветов между собой, а также с белым или черным

4-611

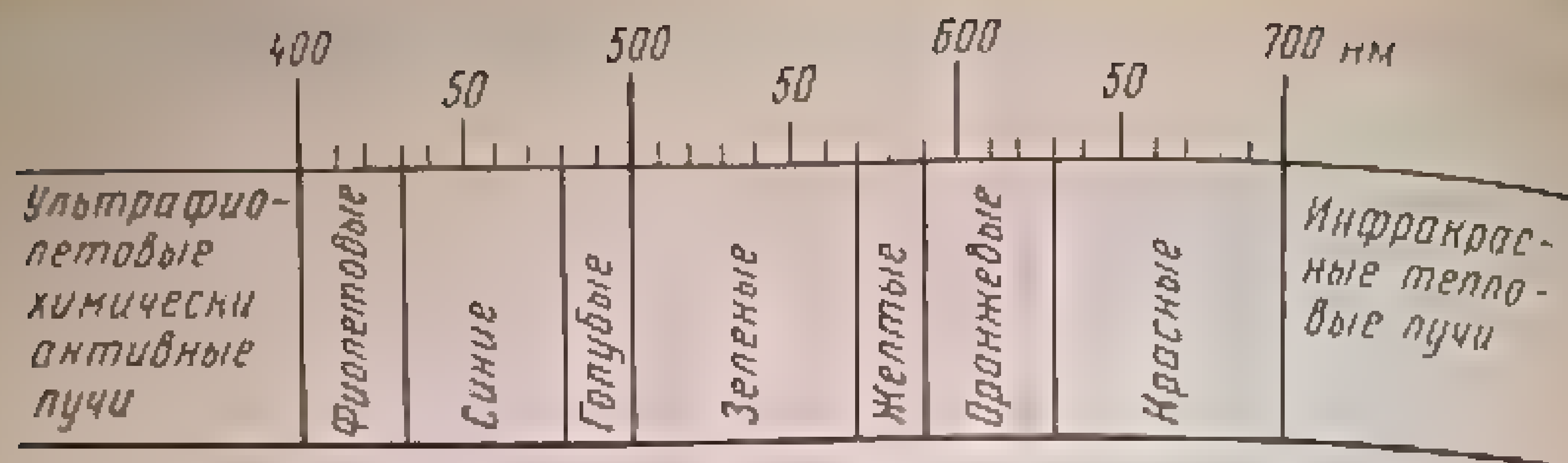


Рис. 24. Схема спектра с указанием длины волны

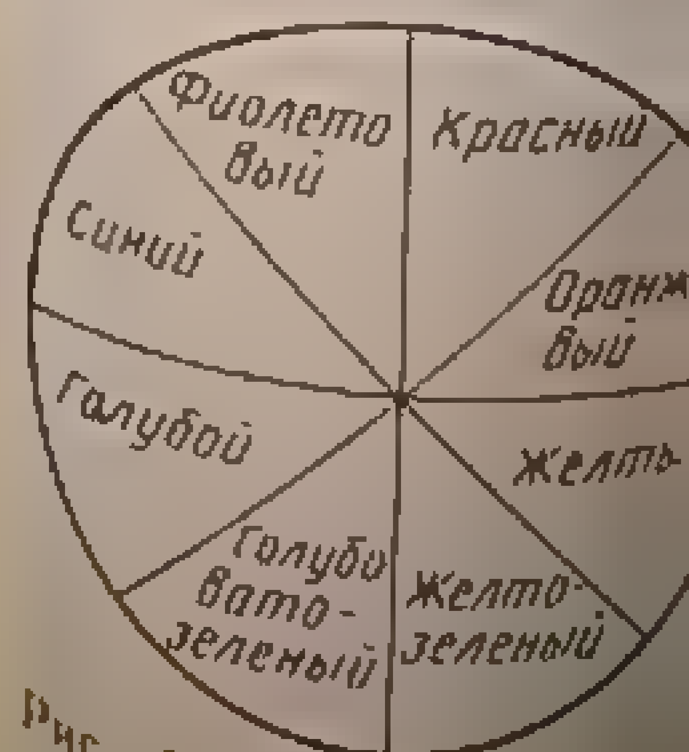
цветами. Каждый хроматический цвет обладает тремя свойствами: цветовым тоном, светлотой и насыщенностью.

Цветовой тон характеризуется длиной волны соответствующего участка спектра и позволяет глазу определить спектральные цвета. Например, если говорят, что длина волны зеленого цвета 530 нм, то это значит, что из участка спектра, имеющего зеленый цвет, выделена какая-то определенная его часть с этой длиной волны. Соседние участки спектра с длинами волн 540 и 520 нм будут несколько отличаться от взятого участка спектра, хотя их тоже можно назвать зелеными (рис. 24) К данному цвету можно добавить белый или черный, однако цветовой тон от этого не изменится, он по-прежнему будет характеризоваться длиной волны, равной 530 нм. От добавления белого или черного цвета изменится светлота, которая характеризуется коэффициентом отражения.

Если к какому-нибудь хроматическому цвету добавить равный ему по светлоте серый, то светлота этого хроматического цвета не изменится, как не изменится и цветовой тон, определяемый длиной волны. Однако полученный цвет будет отличаться от взятого вначале спектрального цвета: изменится его насыщенность, уменьшится чистота хроматического цвета.

Рассматривая спектр, мы можем выделить в нем три цвета: красный, желтый и синий, которые принято называть *основными*, так как эти цвета нельзя получить смешением других цветов. Все остальные цвета спектра, которые можно получить смешением основных цветов, называют *смешанными*. Например, зеленый цвет получают, смешивая синий и желтый, фиолетовый — смешивая красный и синий, оранжевый — при смешении красного и желтого и т. д. Наглядное представление об этом дает цветовой круг (рис. 25). С помощью пигментов, применяемых в малярных работах, можно получать различные цвета. Каждый основной или смешанный цвет может быть сделан светлее или темнее путем добавления к нему белой или черной краски. Отсюда понятия разбелов и затемнений. В малярных работах затемнения используют редко, зато разбелы — очень часто.

Все окрасочные составы можно разделить на четыре группы: *бесцельные*, состоящие из пигментов и не содержащие разбелов — белых пигментов; *густые*, в которых цветной пигмент преобладает над белым: *нормальные*, в которых содержится равное количество цветных и белых пигментов; *разбеленные*, в которых преобладают



...ные пигменты, а цвет-
ные введены для подцвет-
ки. Разбеленные составы
наиболее часто применя-
ют в малярных работах.

Для каждого хрома-
тического цвета можно
найти другой хроматиче-
ский цвет, который при
смешении с первым в оп-
ределенных пропорциях
даст серый (ахроматиче-
ский) цвет. Такие цвета
называют *дополнительны-
ми*. Например, красный
цвет будет дополнитель-
ным к голубовато-зелено-
му, оранжевый к голубо-
му, фиолетовый к зеле-
ному и т. д. Используя

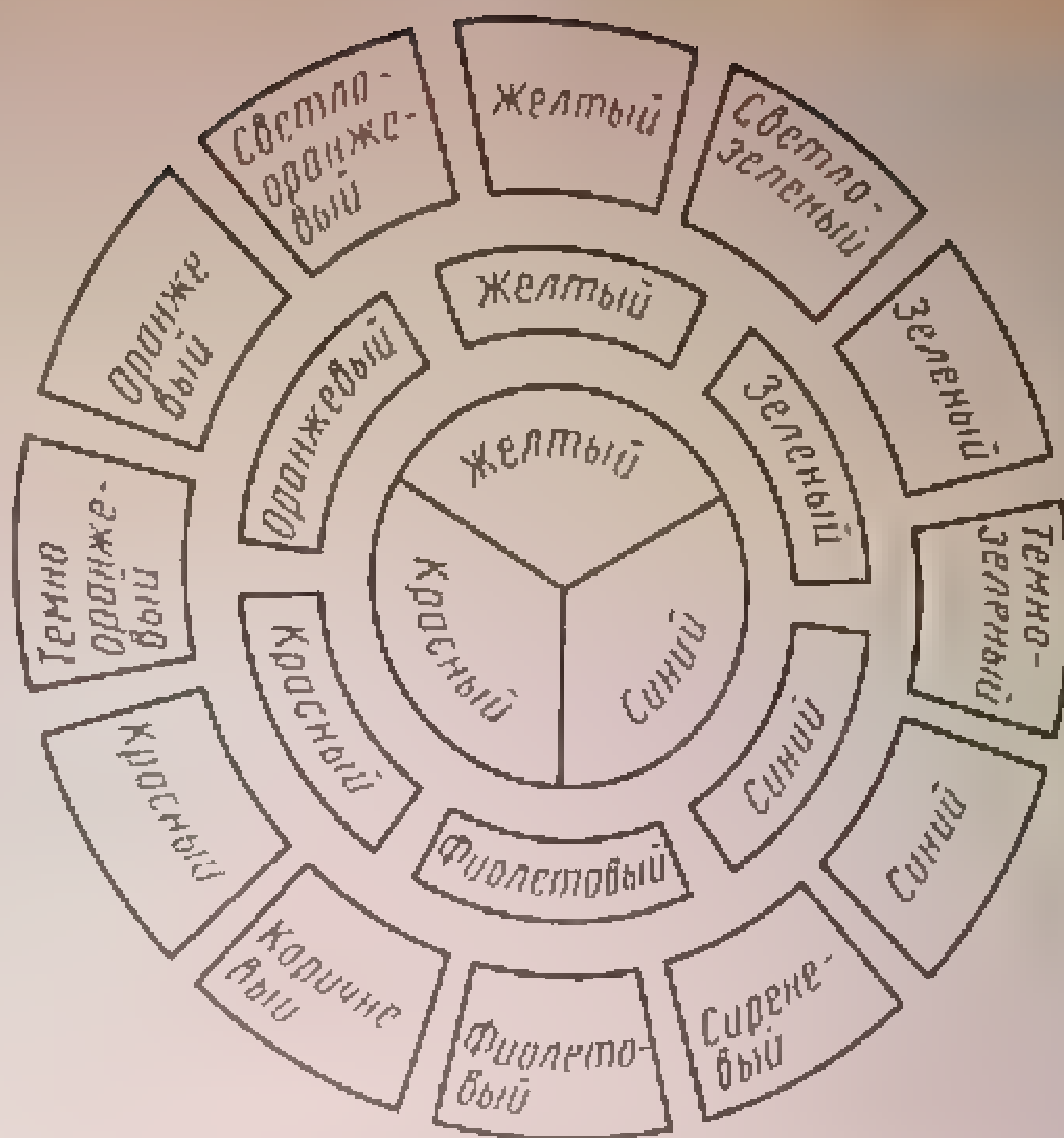


Рис. 25. Цветовой круг для смешивания пигмен-
тов

дополнительные цвета, готовят колеры со смягченным цветовым тоном. Однако не при всяком смешивании пигментов можно получить новый цвет. Некоторые пигменты при смешивании дают грязно-серый цвет. Такие пигменты относят к дополнительным (на рис. 26 они расположены один против другого по диаметру). Этим свойством пользуются для смягчения (приглушения) ярких тонов. Например, если к ярко-красному пигменту добавить немного голубовато-зеленого, то получится красно-желтый цвет приглушенного оттенка.

Дополнительные цвета усиливают друг друга. Так, если на зеленом фоне сделать красный рисунок, то красный цвет рисунка и зеленый цвет фона будут казаться более яркими. Дополнительные цвета используют при подборе цвета филенок, трафаретов, при окраске отдельных комнат, а также в случае, когда надо приглушить какой-либо нежелательный оттенок. Чтобы уничтожить, например, желтоватый оттенок мела, в него добавляют ультрамарин.

В малярных работах различают теплые и холодные цвета. К *теплым* относят красные, оранжевые, желтые, к *холодным* — синие, голубые, зеленые цвета. Некоторые цвета в зависимости от оттенка относят и к теплым, и к холодным. Например, зеленый цвет в зависимости от того, преобладает в нем желтый или синий цвет, может быть соответственно теплым или холодным.

При выборе цвета для окраски помещения приходится решать вопрос о том, каким должен быть цвет: теплым или хо-

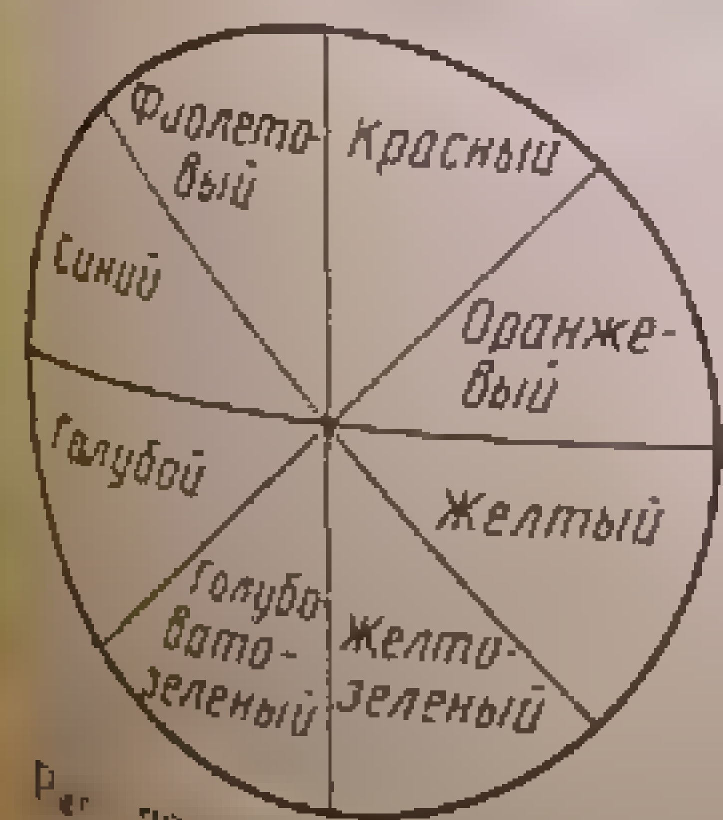


Рис. 26. Цветовой круг дополнительных цветов

лодным. Комнаты, выходящие на север, принято окрашивать в теплые тона, комнаты, выходящие на юг, — в холодные. Тот же вопрос возникает при выборе цвета для окраски фасадов. При этом учитывают фон, на котором находится здание, а также цвет фасадов окружающих зданий.

Все теплые и светлые цвета принято называть выступающими, а все холодные — отступающими. Архитектурные детали на фасадах — наличники, пояски, колонны, пилястры — обычно окрашивают в более светлые тона, нежели плоскости самих фасадов. Таким приемом создается впечатление, что эти детали выступают из плоскости фасада.

Различают тяжелые и легкие цвета. Тяжелыми принято считать темные, а легкими – светлые цвета. Это свойство также учитывают при выборе цвета для окраски поверхностей фасадов или стен помещений. Обычно цоколь фасада окрашивают темнее этажей, а нижние этажи — темнее верхних. Этого же правила придерживаются и при окраске стен помещений.

Очень часто для пигментов, наполнителей, а также для связующих важно точно определить цвет, иначе будет трудно получить окрасочный состав заданного цветового тона.

ГОСТ 16873—78* устанавливает визуальный и инструментальный методы определения цвета пигментов для паст или красок и наполнителей для красок. Визуальным методом определяют соответствие цвета испытуемого пигмента или наполнителя цвету утвержденных образцов (эталонов). Инструментальным методом определяют координаты цвета *X*, *Y*, *Z* испытуемого пигмента или наполнителя в сравнении с утвержденным образцом с помощью компаратора цвета типа ФКЦШ-М.

§ 35. СВЕТОСТОЙКОСТЬ И АТМОСФЕРОСТОЙКОСТЬ

Светостойкость — свойство материала сохранять свой цвет под действием световых лучей. Со временем материалы изменяют свой цвет под действием естественного света, ультрафиолетовых лучей и некоторых источников искусственного освещения, содержащих ультрафиолетовые лучи. Пигменты, связующие и другие материалы, составляющие окрасочную пленку, должны обладать светостойкостью, что особенно важно для наружной окраски фасадов и кровель зданий.

Светостойкость различных лакокрасочных материалов определяют по-разному. ГОСТ 21903—76* устанавливает методы определения условной светостойкости лакокрасочных материалов и неорганических пигментов. Сущность методов заключается в облучении лакокрасочных покрытий или выкрасок пигментов источниками искусственного света (например, излучением ксеноновой лампы) в течение заданного интервала времени с последующим определением изменения внешнего вида, цвета, блеска и коэффициента отражения. В зависимости от условий эксплуатации материалов образцы облучают через слой воды, непосредственно и через светофильтр. Испытания проводят с помощью аппарата искусственной погоды

-ИПП, блескомера ФБ-2, компаратора цвета ФКЦШ-М, ксеноновых ламп и пр.

Условную *светостойкость краски x* (%) вычисляют по формуле, определяя абсолютное значение изменения коэффициента отражения $x = 100 - n$, где n — отношение коэффициента отражения освещенного лампой образца к коэффициенту отражения неосвещенного образца, %.

Светостойкость масляных и алкидных красок, готовых к применению, определяют по стойкости пленки к сухому облучению. Окрашенный образец на одну треть закрывают светонепроницаемой черной бумагой и на 2 ч помещают под ртутно-кварцевую лампу ПРК-2. Затем при дневном рассеянном свете сравнивают облученную часть покрытия с покрытием, которое при облучении было закрыто черной бумагой. Допускаются незначительное изменение цвета и незначительная матовость пленки краски.

Атмосферостойкость — свойство окрасочного покрытия сопротивляться разрушающему действию солнечных лучей, дождя, мороза, снега, ветра и других атмосферных факторов, например газов и пыли, загрязняющих нижние слои атмосферы.

Атмосферостойкость лакокрасочных покрытий определяют по ГОСТ 6992—68* на площадке, расположенной на открытом воздухе, на крыше здания или на земле. Окрашенные образцы устанавливают на стендах под углом 45° к горизонту лицевой стороной на юг. Контрольные образцы хранят в закрытом ящике. Испытуемые образцы осматривают через промежутки времени, установленные стандартом. При этом определяют степень разрушения (потеря блеска, изменение цвета, бронзировка, белесоватость, грязеудержание, меление, выветривание, растрескивание, отслаивание, сыпь и пузыри, коррозия) в процентах от общей площади образца с покрытием. Атмосферостойкость лакокрасочных покрытий определяют по декоративному виду (по пятибалльной шкале) и защитным свойствам (по восьмибалльной шкале). Шкалы приведены в стандарте.

Ускоренным способом атмосферостойкость материалов определяют в лаборатории на приборе, называемом везерометром. В приборе, например в аппарате И-1-3, окрашенные пластинки подвергаются попеременному нагреванию и охлаждению, воздействию влаги и сухого воздуха, ультрафиолетовых лучей. Продолжительность испытаний 150...200 ч.

Ускоренные климатические испытания лакокрасочных покрытий на воздействие солнечного излучения, температуры, относительной влажности воздуха и осадков проводят также в аппаратах искусственной погоды на ксеноновых излучателях АИП-К (ГОСТ 23750—79*). Номинальный рабочий объем аппарата 0,16...1,6 м^3, интенсивность суммарной радиации 900...1400 Вт/м^2, температура воздушной среды 30...95 °С, относительная влажность воздуха 30...98 %, продолжительность орошения образцов 2...60 мин. Продолжительность испытания покрытий соответствует ГОСТу или ТУ на испытуемый материал.

§ 36. КРАСЯЩАЯ И РАЗБЕЛИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТИ

Красящая способность — свойство пигмента передавать при смешении другому пигменту свой цвет. От красящей способности зависит количество пигментов, которое необходимо добавить в состав, чтобы получить покрытие требуемого цвета и оттенка.

Относительную красящую способность цветных неорганических пигментов определяют по ГОСТ 16872—78* визуальным и инструментальным методами.

Визульным методом относительную красящую способность испытуемого пигмента (в пасте) определяют в сравнении с красящей способностью утвержденного образца (в пасте) и выражают в процентах. Если интенсивность окраски образцов одинакова, то относительная красящая способность испытуемого пигмента равна красящей способности утвержденного образца. При различной интенсивности окраски паст относительную красящую способность x_1 испытуемого пигмента (%) вычисляют по формуле $x_1 = (m_1 n)/m_2$, где m_1 и m_2 — масса пасты соответственно утвержденного образца и испытуемого пигмента, г; n — красящая способность утвержденного образца пигмента, %.

Инструментальным методом относительную красящую способность пигмента определяют с помощью компаратора цвета ФКЦШ-М или прибора «Радуга». Относительную красящую способность испытуемого пигмента (в процентах) определяют по величине цветового различия между пастами с помощью градуировочного графика.

Красящую способность пигмента можно определить также с помощью *разбелов*, т. е. смешения пигмента с последовательно возрастающим количеством мела для водных составов и белил для неводных составов и сравнительной оценки полученных выкрасок. Некоторые пигменты теряют свою окраску уже при разбеле 1:15, а другие даже при разбеле 1:63 сохраняют ее.

Высокой красящей способностью обладают малярная лазурь, сохраняющая свой оттенок при разбеле 1:1023; органические пигменты (например, пигменты зеленый и голубой фталоцианиновый), сохраняющие оттенок при разбеле 1:2047 и выше. Такие пигменты в их натуральном (цельном) виде в малярных работах не используют. Обычно их смешивают с другими пигментами или дешевыми наполнителями: мелом, каолином, тяжелым шпатом, служащими для разбавления и удешевления пигментов.

Разбеливающую способность белых неорганических пигментов определяют по ГОСТ 9529—80* визуальным и инструментальным методами. Для этого готовят контрольную пасту из утвержденного пигмента, ультрамариновой пасты и льняного масла и испытуемую пасту из исследуемого пигмента, ультрамариновой пасты и льняного масла.

Визуальный метод заключается в том, что пасты наносят на стеклянную пластинку в виде двух соприкасающихся полосок и визуально сравнивают их цвет. Пасту подбирают до тех пор, пока

...ее совпадает с цветом контрольной пасты. Разбеливающую способность исследуемого пигмента определяют по таблицам стандарта в условных единицах.

Инструментальным методом разбеливающую способность определяют нанося пасты на стеклянные пластинки и измеряя на компараторе ФКЦШ-М коэффициенты отражения контрольной и испытуемой паст. По формулам вычисляют разбеливающую способность исследуемого пигмента. Разбеливающая способность утвержденных пигментов составляет: цинковых белил БЦО—200, литопона ЛП—300, диоксида титана А-01—1200, диоксида титана Р-02—1700 условных единиц.

§ 37. УКРЫВИСТОСТЬ

Укрывистость (кроющая способность) — способность краски при равномерном нанесении ее на одноцветную поверхность делать невидимым цвет последней или, в случае нанесения на черно-белую подложку, уменьшать контрастность между черной и белой поверхностями до исчезновения разницы между ними. Количественно укрывистость выражают в граммах краски, необходимой для того, чтобы сделать невидимым цвет закрашиваемой поверхности площадью 1 $м^2$, а при нанесении на черно-белую подложку — в граммах краски, необходимой для достижения коэффициента контрастности 0,980 на площади 1 $м^2$.

Коэффициент контрастности С характеризуют отношением коэффициента яркости покрытия от черной подложки $\beta_ч$ к коэффициенту яркости покрытия от белой подложки $\beta_б$: $C = \beta_ч/\beta_б$.

Коэффициент яркости β характеризуют отношением яркости покрытия к яркости эталона, измеренных в одинаковых условиях освещения с углом падения света 45° Коэффициент яркости измеряют оптическими приборами: компаратором ФКЦШ-М, колориметром КНО-3, спектрофотометром СФ-18 с отражающей приставкой ПДО-1.

Укрывистость краски зависит как от физико-механических свойств самого пигмента, так и от свойств связующего, с которым данный пигмент применяют. Она тем больше, чем больше разность показателей преломления света пигментом и связующим. Мел (показатель преломления 1,6), например, в водных окрасочных составах (у воды показатель преломления 1) обладает хорошей укрывистостью, а в масляных составах (у масла показатель преломления 1,5) совершенно не укрывает поверхность, давая почти прозрачный слой.

При составлении водных колеров, главная составная часть которых мел, хорошо укрывающий поверхность, укрывистость пигментов не имеет значения. Укрывистость пигментов очень важна для масляных и других неводных составов. На укрывистость красок влияет наполнитель, который, удешевляя краску, снижает ее укрывистость.

Рис. 27. Шахматная доска для определения укрывистости лакокрасочных материалов

Слабоукрывистые краски непригодны для малярных работ, так как по условиям малярной техники нельзя покрывать поверхность толстым слоем, а делать вместо одного покрытия три или четыре экономически нецелесообразно. Слабоукрывистые или лессировочные краски применяют, когда при отделке поверхностей нужно, чтобы сквозь слой краски просвечивал цвет предыдущей окраски (например, при разделке поверхностей под древесину).

Укрывистость лакокрасочных материалов (эмалей, красок) и неорганических пигментов определяют по ГОСТ 8784—75* несколькими методами: визуальным с применением черно-белой шахматной доски (укрывистость эмалей и краски в высушенных и невысушенных покрытиях, а также пигментов в невысушенных покрытиях); инструментальным по коэффициенту контрастности (укрывистость эмалей и красок белых и светлых тонов в высушенных покрытиях); инструментально-математическим на черно-белой подложке.

Визуальным методом с применением черно-белой шахматной доски укрывистость определяют, нанося слои лакокрасочного материала на стеклянную пластинку до прекращения просвечивания черных и белых квадратов шахматной доски (рис. 27), которую подкладывают под стеклянную пластинку.

Укрывистость высушенной пленки Д (г/м^2) вычисляют по формуле $Д = (m_1 - m_0) 10^6 S$, где m_0 — масса неокрашенной стеклянной пластинки, г; m_1 — масса пластинки с высушенной пленкой, г; S — площадь стеклянной пластинки, мм^2.

Укрывистость высушенной пленки в пересчете на лакокрасочный материал $Д_н$ вычисляют по формуле $Д_н = 100\ Д/x$, где x — содержание нелетучих веществ в лакокрасочном материале, готовом к применению, %.

Укрывистость нельзя отождествлять с нормой расхода окрасочного состава, так как нормы определяют из условий нанесения состава и необходимости создания на поверхности пленки требуемой толщины в зависимости от условий эксплуатации лакокрасочного покрытия.

§ 38. СТОЙКОСТЬ К ДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ РЕАГЕНТОВ. АНТИКОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ

Щелочестойкость — свойство пигментов, применяемых в малярных работах, противостоять действию щелочей. Щелочи содержатся в цементных, известковых, казеиновых, силикатных и некоторых других окрасочных составах, поэтому в них следует применять такие пигменты, которые не разрушаются и не меняют своего цвета под действием щелочей. К нещелочестойким пигментам относятся хромовые зелени, которые состоят из крона и лазури, а также свинцовые крона (лимонный и желтый), малярная лазурь и др

По внешнему виду нельзя определить, стоек пигмент к действию щелочи или нет. В построечных условиях, чтобы проверить пигмент на щелочестойкость, 2...3 г пигмента засыпают в 5%-ный раствор каустической соды. Через 1...2 ч сравнивают цвет пигмента в растворе каустической соды с пигментом, не подвергающимся ее действию. Щелочестойкость определяют и другим способом, смешивая пигмент с водными суспензиями, содержащими в одном случае известь, а в другом — мел. При этом важно получить составы одинакового цвета. Если пигмент щелочестойкий, то после выдержки в течение 2...3 сут цвет обоих составов должен остаться неизменным.

Кислотостойкость — свойство пигментов, лаков и красок противостоять разрушающему действию кислот. Этим свойством должны обладать лакокрасочные материалы, применяемые для окраски некоторых помещений промышленных предприятий, например цехов зарядки электрических аккумуляторов.

Многие пигменты некислотостойкие. Так, литопон под действием разбавленной соляной кислоты растворяется и выделяет сероводород. Нестойки к действию кислот кадмий красный, кобальт синий, ультрамарин зеленый, цинковые белила, мел. Некоторые пигменты, применяемые в малярных работах, — свинцовые белила, свинцовый сурик, свинцовые крона (желтый, лимонный и оранжевый), хромовые зелени, медянка, брауншвейгская зелень — не устойчивы к действию сероводорода. От него чернеют все пигменты, содержащие свинец или медь.

Водостойкость — свойство пигментов не растворяться в воде. Водостойкость всех пигментов, применяемых в малярных работах, должна быть высокой, иначе на окрашенной поверхности могут появиться выцветы и пятна. Наличие в пигменте веществ, легко растворимых в воде, сильно понижает атмосферостойкость пленки, а некоторые из таких веществ (например, сульфаты) вызывают коррозию стальных окрашиваемых поверхностей.

В малярных работах используют некоторые синтетические пигменты, приготовляемые осаждением на каолине или шпате анилиновых красителей. Такие пигменты в воде не растворяются. Чтобы проверить, растворяется пигмент в воде или нет, на белую фильтровальную бумагу наносят каплю разведенного в воде пигмента. Бесцветное влажное пятно вокруг капли свидетельствует о том, что пигмент в воде не растворяется. Если вокруг нанесенной капли появится окрашенное пятно, то это значит, что пигмент растворим в воде.

Маслостойкость — свойство пигмента не растворяться в растительных маслах и олифах. Пигменты, из которых изготовляют неводные окрасочные составы, не должны растворяться в маслах и олифах. Растворимые в масле пигменты, как правило, не стойки и к действию растворителей. Такие пигменты «прорастают» на поверхности нанесенного на них слоя краски. Чтобы проверить маслостойкость пигментов, на белую фильтровальную бумагу наносят каплю масла, растертого с испытуемым пигментом. Если масляное

кольцо вокруг нанесенной капли сохраняет свой первоначальный цвет, значит, пигмент не растворяется в масле.

Антикоррозионная (пассивирующая) стойкость — свойство пигмента в сочетании со связующим образовывать покрытия, надежно защищающие металлические поверхности от окисления (коррозии). Этим свойством пигментов пользуются при окрашивании стальных кровель, несущих конструкций (колонн, балок), а также труб, отопительных радиаторов, вентиляционных коробов. Окрасочная пленка должна быть непроницаемой для влаги, эластичной, надежно сцепляться с основанием и не содержать веществ, вызывающих коррозию черных металлов.

Некоторые пигменты тормозят процесс коррозии даже при попадании воды через окрасочную пленку. Такими высокоантикоррозионными пигментами являются свинцовые белила, медянка, цинковые и свинцовые крона, железный сурик, алюминиевая пудра и цинковая пыль, создающие анодную защиту железа. Другие пигменты, наоборот, ускоряют процесс коррозии, например малярная сажа, содержащая свободный углерод, образует с железом гальваническую пару, при этом железо разрушается вследствие электрохимической коррозии. Пигменты, содержащие сернистые и сернокислые соединения, например литопон и синтетическая мумия, могут химически взаимодействовать с железом и разрушать его. Поэтому при применении окрасочных составов необходимо учитывать антикоррозионные свойства данного пигмента

§ 39. ТОНКОСТЬ ПОМОЛА, МАСЛОЕМКОСТЬ И ДРУГИЕ СВОЙСТВА ПИГМЕНТОВ

Тонкость помола (дисперсность) пигментов в малярных работах имеет большое значение: чем тоньше размолот пигмент (до определенной степени дисперсности), тем лучше окрашивается поверхность и тем больше укрывистость и красящая способность пигмента. Окрасочные покрытия, в которых крупность частиц пигментов (при общей их большой удельной поверхности) разная, характеризуются наибольшей плотностью пленки при малом расходе связующего. Черезмерная тонкость помола может снижать кроющую способность пигмента.

Тонкость помола пигмента определяют по остатку на контрольном сите после мокрого или сухого просеивания (ГОСТ 21119.4—75). При мокром просеивании пигмент перемешивают кистью в воде и дисперсию переносят на сито; при сухом просеивании пигмент, высушенный до постоянной массы, помещают на сито с плотной крышкой и поддоном. Остаток на сите после просеивания взвешиват. Тонкость помола x (%) вычисляют по формуле $x = (m_1/m)100$, где m — масса пигмента до просеивания, г; m_1 — масса остатка после просеивания пигмента, г.

Метод определения остатка, допустимая величина остатка и номер сетки сита указываются в стандарте на испытуемый пигмент. Например, для железной лазури (ГОСТ 21121—75*) остаток пос-

...е мокрого просеивания на сите с сеткой № 0063 не должен быть более 0,02 %; для рубинового лака СК марки Б остаток после сухого просеивания на сите с сеткой № 014 не должен превышать 1 %.

Маслоемкость пигмента характеризуют количеством масла ($см^3$ или г), которое необходимо добавить в 100 г пигмента, чтобы получить однородную пасту. Некоторые пигменты требуют сравнительно мало масла (свинцовые белила, свинцовый сурик, оксид хрома), другие же (например, сажа и лазурь) в 5...15 раз больше. Чем меньше масла используется для получения пасты требуемой густоты, тем больше пигмента содержится в краске и тем выше его укрывистость. Кроме того, такая краска экономична, покрытие, выполненное такой краской, будет стойким и долговечным.

Маслоемкость пигментов определяют с помощью палочки или шпателя (ГОСТ 21119.8—75*). Для испытания 5 г пигмента помещают в тигель и периодически по капле из микробюретки прибавляют отбеленное льняное масло, тщательно перемешивая смесь палочкой до получения однородной пасты. Для испытания другим способом навеску пигмента 1...20 г помещают на мраморную плиту и по каплям из микробюретки добавляют к нему льняное масло; смесь перемешивают шпателем до получения сплошного комка.

Маслоемкость X на 100 г пигментов вычисляют по формулам

$$X = (V/m)100\ (см^3);\ X = (\rho V/m)\ 100\ (г),$$

где V — объем масла, израсходованного на смачивание пигмента, $см^3$, m — масса пигмента, г; ρ — плотность льняного масла, $г/см^3$.

Маслоемкость пигментов неодинакова: свинцового сурика — 5...8 г, железного сурика — 15...25 г, охры — 40 г, пигмента красного Ж — 96 г масла на 100 г пигмента.

Плотность пигмента определяет возможность смешивания его с другими пигментами при получении промежуточных колеров. Пигменты с сильно различающейся плотностью (тяжелые и легкие) смешиваются плохо, и окрасочные составы, в которые они входят, легко расслаиваются; при этом нарушается однородность краски, что влечет за собой ее ухудшение или порчу. Плотность пигментов различна: например, у наиболее легкого — сажи — 1,75...2,25 $г/см^3$, а у самого тяжелого — свинцового сурика — 8,32...9,16 $г/см^3$.

Огнестойкость — свойство, которым не обладают органические пигменты: они теряют свой цвет и разрушаются за короткое время даже под действием невысоких температур. Неорганические пигменты по-разному реагируют на действие высокой температуры. Например, ультрамарин и хромовая зелень почти не изменяют свой цвет и не разрушаются, а лазурь быстро разрушается. Огнестойкость пигментов учитывают при окрашивании тепловых установок и отопительных устройств.

Токсичность (ядовитость) — свойство, которое необходимо учитывать при работе с лакокрасочными материалами. Многие пигменты безвредны, но некоторые ядовиты, поражают дыхательные пути и при неумелом обращении могут вызвать отравление. Ядовитыми являются пигменты, содержащие соединения свинца, меди, мышья-

ка и некоторые соединения цинка. Применение ядовитых красок при работе кистью не вызывает никакой опасности для рабочего, соблюдающего правила личной гигиены и охраны труда. Отравляющее действие пигментов проявляется при нанесении окраски распыляющими аппаратами — распылителем или краскопультом. В этих случаях, чтобы ядовитая пыль не попала в организм человека, работать необходимо в защитной маске или респираторе.

§ 40. КЛАССИФИКАЦИЯ ПИГМЕНТОВ

По происхождению пигменты делят на природные (неорганические), искусственные или синтетические (органические и неорганические) и металлические.

Природные пигменты получают в результате различной несложной обработки природных материалов. Например, железный сурик получают измельчением железной руды, содержащей 75...95 % оксида железа.

К природным пигментам относятся следующие: аурипигмент, графит, известь, каолин, диоксид марганца, мел, коричневая мумия, охра, жженая охра, сиена, жженая сиена, железный сурик, коричневая умбра.

Синтетические, или искусственные, пигменты получают путем термической или химической обработки материалов. Например, для создания синего пигмента лазури нужно смешать желтый раствор хлорида железа и бледно-желтый раствор желтой кровяной соли; при этом выпадает белый осадок, который после окисления хромпиком становится лазурью.

Неорганические пигменты — это окрашенные оксиды или соли металлов: белила свинцовые и цинковые, свинцовая и цинковая зелень, киноварь, цинковый крон, свинцовые крона, синий кобальт, железная лазурь, сухой литопон, коричневый марс, медянка, красная мумия, желтый железооксидный пигмент, редоксайд, сажа, свинцовый сурик, диоксид титана, синий ультрамарин, оксид хрома, пыль цинковая, чернь.

Органические пигменты — цветные органические соединения, в состав которых, как правило, входит углерод. К ним относятся следующие пигменты: красочные лаки, лак основной синий К, алый концентрированный, голубой фталоцианиновый, желтый, желтый светопрочный, зеленый, красный Ж, красный С, оранжевый.

Металлические пигменты представляют собой тонкоизмельченные цветные металлы и сплавы металлов; к ним относят алюминиевую пигментную пудру и золотистую бронзу.

Самая многочисленная группа — неорганические синтетические пигменты. Однако на практике наиболее широко применяют природные пигменты, получить которые проще, чем синтетические. Исключение составляют различного рода белила, без которых не обходится почти ни один из неводных окрасочных составов.

Органические синтетические пигменты — смесь синтетических органических красителей с инертными органическими веществами

субстратами — основами). Для этого используют нерастворимые в воде свето- и щелочестойкие красители, дающие укрывистые пигменты. К органическим синтетическим пигментам относятся также красочные лаки (фарблаки).

Красочные лаки — нерастворимые в воде соединения в виде осажденных и адсорбированных (поглощенных) на неорганическом субстрате органических красителей. Субстратом служат гидрат алюминия, баритовый концентрат, тяжелый шпат, каолин, белила. Красочные лаки обладают хорошей красящей способностью, яркостью, разнообразием цветов и оттенков.

Чтобы отличить органические пигменты от неорганических, их прокаливают. Для этого небольшое количество пигмента высыпают в пробирку или на стальной лист и нагревают. Органические пигменты, в состав которых входит углерод, обугливаются и чернеют.

По степени укрывистости пигменты делят на корпусные и лессировочные. Корпусные пигменты дают непросвечивающиеся покрытия, а лессировочные — лишь прозрачные пленки. Корпусные пигменты придают поверхности заданный тон, лессировочные, например природную сиену, используют для подцветки, при разделке поверхностей под текстуру древесины.

По цветовому признаку различают белые, черные, серые, красные, желтые, зеленые, синие и коричневые пигменты. Каждая группа содержит пигменты различных оттенков. Так, в одну группу входят охра и лимонный крон, хотя по оттенку они резко отличаются, да и сама охра имеет несколько различных оттенков. Некоторые из них даже получили особые названия, например охра золотистая.

§ 41. БЕЛЫЕ ПИГМЕНТЫ

Белые пигменты делят на две группы. К первой относят природные и синтетические пигменты: мел, известь, гипсовое вяжущее, белый цемент и др., которые при растирании с маслом теряют свой белый цвет и образуют полупрозрачную мутную пленку. Так, замазка, приготовленная из мела и олифы, имеет мутную желтоватую окраску, тогда как мел — чистый белый цвет. Из таких пигментов приготовляют только *водные составы*. Ко второй группе относят синтетические неорганические пигменты: цинковые, свинцовые и титановые белила, литопон. Эти пигменты при растирании с маслом не теряют белого цвета; применяют их для изготовления *неводных составов* и лишь изредка для водных.

Природный мел (ГОСТ 17498—72) — один из лучших белых природных пигментов и наполнителей, представляющий собой осадочную горную породу; по химическому составу — чистый карбонат кальция $CaCO_3$. Мел мягок, легко измельчается, при перемешивании с водой образует суспензию; примеси глины, оксидов железа и песка снижают его качество.

В строительстве и для ремонта здания и сооружений применяют

комовый мел марок МК1, МК2, МК3. В малярных работах широко используют молотый мел марок ММ1, ММ2 и ММ3, характеризующийся тонкостью помола по остатку на сите № 02 соответственно не более 1, 3 и 6 %. В лакокрасочной промышленности применяют также молотый сепарированный мел марок ММС1 и ММС2, молотый сепарированный гидрофобизированный марок ММСГ1 и ММСГ2, молотый обогащенный (ГОСТ 12085—88) марок ММО, ММОР, ММС-1 и ММС-2 и химически осажденный марок МХО1, МХО2, МХО3, характеризующийся не только тонким помолом, но и высоким содержанием карбоната кальция

В меле всех марок не допускаются видимые глазом посторонние примеси. В упакованном виде мел хранят в закрытых помещениях. Чтобы распознать мел, его растворяют в разбавленной соляной кислоте. При этом мел с шипением выделяет углекислый газ. В малярных работах из мела приготовляют грунтовки, пасты, замазки, шпатлевки, а также различные водные окрасочные составы, главным образом клеевые, применяемые для внутренних окрасок. В настоящее время на строительство доставляют меловую пасту, приготовленную в колерных мастерских.

Мел щелочестоек, не изменяет своего цвета под действием сероводорода и сернистых соединений, светостоек. Укрывистость мела стандартом не нормирована; по наблюдениям она составляет 100...120 г/м². Мел можно смешивать с любыми пигментами, чем он выгодно отличается от других пигментов, содержащих щелочи. Влажность комового мела не должна превышать 12, молотого 2 %.

Строительная известь (ГОСТ 9179—77) в малярных работах служит не только в качестве пигмента, но и как связующее при приготовлении некоторых мастик, паст, шпатлевок, колеров и т. п. В этих работах используют негашеную комовую известь

В малярных работах применяют известь только 1-го сорта и в небольших количествах, поэтому гасят ее непосредственно перед употреблением. Чем выше активность извести и чем скорее она гасится, тем лучше ее качество. Укрывистость извести 120 г/м². Из просеянной через сито гидратной извести изготовляют сухие известковые или реже известково-казеиновые краски для окрашивания фасадов.

Преимущество извести — возможность окрашивать известковыми составами по сырым поверхностям в сырых и холодных помещениях. Недостатком является то, что известь — едкая щелочь и поэтому в известковых составах можно использовать только щелочестойкие пигменты. При этом следует иметь в виду, что некоторые щелочестойкие пигменты не стойки к извести, такие пигменты необходимо отдельно проверять на стойкость к извести.

Обогащенный каолин (ГОСТ 21285—75* и 21288—75*) (белая глина мягкая, бархатистая на ощупь; применяют его для водных окрасочных составов. Каолин — продукт разрушения горных пород, содержащих полевые шпаты; по химическому составу каолин — водный силикат алюминия. Каолин очищают от примесей отмучи-

ванием. Чем лучше отмучен каолин, тем белее его цвет. Желтовато-бурый оттенок каолина свидетельствует о присутствии в нем оксидов железа.

Каолин как пигмент и наполнитель добавляют в колеры, содержащие мел, для улучшения их малярно-технических свойств; колер с каолином становится жирным, чему способствуют частицы каолина, имеющие чешуйчатое строение; дает ровный, бархатистый слой, легче наносится кистью. Потолки и верхние части стен можно красить каолином без добавления клея, так как он дает небольшое отмеливание. Укрывистость каолина 120 г/м².

Цинковые белила (ГОСТ 202—84) – синтетический неорганический пигмент и наполнитель белого цвета, представляет собой оксид цинка ZnO, получаемый муфельным, печным, витерильным и другими способами из металлического цинка, цинковых руд, лома. Белила выпускают марок БЦ0, БЦ1, БЦ2, БЦ3, БЦ4, БЦ5, БЦ6. Они предназначены для изготовления лакокрасочных материалов, резины и т. д. Укрывистость белил 110...140 г/м², маслоемкость 12...20 г масла на 100 г пигмента. Белила пожаро- и взрывобезопасны, нетоксичны (кроме БЦ5). Они растворяются в кислотах и щелочах, не пропускают ультрафиолетовых лучей, светостойки, не меняют цвета под действием сероводорода. Белила марки БЦ5 содержат соединения свинца, поэтому для малярных работ выпускают не сухие, а густотертые или готовые к применению.

Цинковые белила используют в различных неводных окрасочных составах, а в качестве белого пигмента — в некоторых водных, таких, как силикатные краски. Кроме того, они служат для внутренних покрасок по древесине, металлу и штукатурке. Цинковые белила недостаточно атмосферостойки, поэтому их не следует применять для наружных работ.

Чистые цинковые белила растворяются целиком и без выделения газа в 10 %-ном растворе соляной или азотной кислоты. Наличие в кислоте нерастворившегося остатка указывает на примесь наполнителя — тяжелого шпата. Если белила растворяются с выделением газа, значит они содержат мел.

Свинцовые белила (ТУ 6-10-938—75) – основной углекислый свинец — выпускают в виде пасты, содержащей 25...30 % воды; плотность 6,2...6,8 г/см³. Пасту используют для изготовления густотертых свинцовых белил. Свинцовые белила ядовиты. С выделением газа растворяются в азотной кислоте, чернеют от сероводорода. Применяют для огрунтовки металла в атмосферных условиях, а также для изготовления масляных и эмалевых красок.

Литопон (ГОСТ 907—72*) — неорганический синтетический пигмент, представляющий собой смесь сульфида цинка и сульфата бария. Литопон выпускают в виде порошка следующих марок: ЛП — для производства эмалей, пластмасс, масляных, водоэмульсионных и других красок; КР — для производства полимерных строительных материалов, пленки, резины и искусственной кожи. При растворении в кислотах литопон выделяет сероводород; по этому признаку его и распознают. В малярных работах литопон

используют чаще всего для составления масляных и эмалевых колеров. Маслоемкость литопона не более 15 г масла на 100 г пигмента; укрывистость не более 120 г/м^2.

Литопон не применяют для наружных работ, так как он недостаточно атмосферостоек. Кроме того, он темнеет на свету, а в темноте желтеет, вследствие чего литопон не используют для последнего слоя краски. Литопон не обладает коррозионной стойкостью, поэтому его не используют для окрашивания металлов.

Диоксид титана пигментный TiO_2 (ГОСТ 9808—84*) — порошок белого цвета, который называют также титановыми белилами. Получают диоксид титана гидролизом растворов сернооксидного титана с последующим прокаливанием полученного гидроксида титана. Пигмент бывает в виде двух форм — рутильной (Р) и анатазной (А).

Диоксид титана выпускают следующих марок: Р-1 — для кремнийорганических эмалей, резины, белого бетона; Р-02 — для атмосферостойких лакокрасочных материалов, пленок, пластмасс; Р-03 — для атмосферостойких лакокрасочных материалов с хорошими декоративными свойствами; Р-04 — для лакокрасочных материалов с высокими атмосферостойкостью и декоративными свойствами, Р-05 — для кроющей бумаги бумажно-слоистого пластика, пленки, отделок; Р-07 — для высококачественных лакокрасочных материалов и полиграфических красок, Р-08 — для грунтовок, наносимых электроосаждением; Р-09 — для высококачественных эмалей; А-1 — для водоэмульсионных красок, концентратов покрывных казеиновых красок для окрашивания кожи, бумаги, резины, пленок; А-2 — для вискозного волокна и бумаги; А-01 — для эмали с высокими декоративными свойствами, пластмасс, кожи, пленок; А-02 — для эмалей с высокими диспергируемостью и декоративными свойствами, а также для полиграфических красок.

Белизна пигмента не менее 95...97 условных единиц; разбеливающая способность не менее 1170...1800 условных единиц; маслоемкость не более 22...30 г масла на 100 г пигмента; укрывистость не превышает 30...40 г/м^2. Титановые белила стойки к кислотам и щелочам, не чернеют от сероводорода, атмосферостойки и неядовиты; их широко применяют для внутренних и наружных малярных работ.

§ 42. ЧЕРНЫЕ И СЕРЫЕ ПИГМЕНТЫ

К черным пигментам (рис. 28*) относятся оксид марганца (IV), сажа, к серым (рис. 29*) — графит и серый оксид цинка.

Оксид марганца (IV) (ГОСТ 4470—79*) — порошок черного цвета, нерастворимый в воде, растворимый в горячей соляной кислоте с выделением хлора. Этот пигмент называют также диоксидом марганца, в природе встречается в виде минерала пиролюзита. Диоксид марганца используют в неводных и водных составах. Укрывистость 40 г/м^2. Диоксид марганца — один из самых дешевых пигментов, поэтому ему следует отдавать предпочтение во всех

случаях, когда необходимо применять черный пигмент. Кроме того, диоксид марганца ускоряет окисление (высыхание) масел и поэтому его используют для изготовления сиккативов.

Сажа — неорганический черный пигмент и наполнитель, состоящий из аморфного углерода с некоторым количеством смолистых примесей. Сажа в зависимости от способа получения бывает газовая канальная (углерод технический) и ламповая. Образуется сажа при сжигании природного газа, различных масел, нефти, каменноугольного дегтя и смол при небольшом количестве воздуха. Сажу применяют в качестве пигмента в неводных составах. В водных ее обычно не используют, так как она очень пористая, легкая и всплывает на поверхность. Чтобы определить, пригодна ли сажа в качестве пигмента, небольшое количество ее помещают в пробирку и обливают 10 %-ным раствором едкого натра; при этом раствор не должен окрашиваться. Если же раствор окрасился, использовать сажу не следует, так как она может испортить окраску.

Графит (ГОСТ 17022 –81*) — чистый кристаллический углерод, природный минерал или графитовый концентрат из руд серого цвета с металлическим жирным блеском, чешуйчатого строения. Промышленность выпускает графит смазочный ГС, тигельный ГТ, литейный ГЛ, карандашный ГК и др. В малярных работах используют тонкомолотый графит различных марок. Графит применяют при составлении колеров всех видов, а также для натирки железных предметов, подвергающихся нагреванию, отчего их поверхность становится похожей на полированную. Укрывистость графита 30 г/м². Он стоек к действию различных химических реагентов, дает совершенно непрозрачные и высокоантикоррозионные покрытия с блеском.

Серый оксид цинка — механическая смесь цинковых белил с металлическим цинком. Образуется как побочный продукт при производстве цинковых белил. Применяют преимущественно в неводных составах, для антикоррозионных покрытий, в водных составах заменяют более дешевым пигментом. Укрывистость пигмента 100 г/м², малоядовит.

§ 43. КРАСНЫЕ ПИГМЕНТЫ

Железный сурик (ГОСТ 8135 –74*) — природный неорганический пигмент красно-коричневого цвета, состоящий из оксида железа (не менее 70 %) с примесью глинистых минералов и кварца и получаемый путем тонкого помола железных руд. По назначению железный сурик выпускают следующих марок: Г — для лакокрасочных материалов специального назначения и алкидных грунтовок; АК — для антикоррозионных и судовых красок и грунтовок; К — для общего назначения; Э — для эмалей общего назначения. Маслоемкость пигмента 15...25 г масла на 100 г пигмента; укрывистость 20 г/м². Тертых красок и шпатлевок общего назначения неядовит, но пыль сурика токсична.

Железный сурик — очень прочный пигмент, обладающий антикоррозионными свойствами, поэтому его широко применяют в масляных составах для окрашивания кровель и различных металлических поверхностей, подвергающихся атмосферному воздействию. Пигмент обладает высокой красящей способностью, светостоек, химически стоек.

Выпускают железный сурик самых разнообразных оттенков (от красного до коричневого). При приемке сурика необходимо сравнивать его цвет с утвержденным эталоном. Это особенно важно учитывать при изготовлении смешанного колера по заранее заданному составу, в который сурик входит как составная часть, так как различные оттенки сурика могут дать различные оттенки колера, не отвечающие заданному образцу. Сурик — один из самых качественных и дешевых пигментов. Применяют его также в эмалевых и клеевых составах.

Синтетическая мумия - ярко-красный пигмент с желтым или фиолетовым оттенком. Получают при прокаливании заводских отходов, которые содержат железный купорос, с мелом или известняком. Выпускают мумию двух видов: светлую и темную. Укрывистость мумии светлой 20 г/м^2, темной 15 г/м^2; мумия щелочестойкий и малоядовитый пигмент. Применяют ее для составления всех видов окрасочных составов как водных, так и неводных, особенно для окраски по древесине и штукатурке. Если предполагается окрашивать мумией металлические поверхности, следует проверить, нет ли в ней сульфатов, которые вредно действуют на металл.

Жженую охру (черлядь) получают при прокаливании охры. Прокаливать ее можно на железном противне непосредственно на строительном объекте. По цвету жженая охра напоминает мумию. Жженую охру применяют в водных окрасочных составах для окрашивания по штукатурке и древесине.

Красный крон — основной хромокислый свинец $PbCr_2O_4 \cdot Pb(OH)_2$ — получают, действуя двухромоксидными солями на свинцовые соединения в щелочной среде. Цвет пигмента ярко-красный, а при тонком измельчении — оранжево-желтый. Пигмент светостоек, не изменяется при действии извести, но, как все пигменты, содержащие свинец, темнеет от сероводорода, обладает антикоррозионными свойствами. Применяют во всех окрасочных составах для внутренних и наружных работ.

Свинцовый сурик $Pb_3O_4 + PbO$ (ГОСТ 19151 – 73*) — продукт окисления свинцового глета при повышенной температуре, представляющий собой очень тяжелый порошок яркого оранжево-красного цвета; плотность 8,32... 9,16 г/см^3. По назначению сурик выпускают марок М-1, М-2, М-3, М-4, М-5 и М-6. Сурик обладает высокой щелочестойкостью и пониженной кислотостойкостью. Маслоемкость пигмента 5...16 г масла на 100 г сурика. Очень укрывистый пигмент (стандартом укрывистость не нормируется); обладает небольшой крясящей способностью; очень ядовит.

В малярных работах применяют сурик марок М-1, М-2, М-3 для масляных окрасочных составов в качестве грунта при окрашива-

металлов, так как этот пигмент обладает антикоррозионными свойствами. Свинцовый сурик значительно ускоряет высыхание масел, поэтому его используют при изготовлении сиккативов. Для окончательной отделки поверхностей сурик не применяют, так как он темнеет на свету и слабо сопротивляется действию сероводорода. Сурик, перетертый с маслом, долго хранить нельзя, потому что он способствует высыханию масел и, кроме того, из-за большой плотности быстро оседает на дно. Свинцовый сурик — дефицитный пигмент. Его следует использовать только для огрунтовки металла, находящегося в особо тяжелых условиях эксплуатации (подводные части стальных судов, соединения труб на резьбе).

Красный пигмент С (ГОСТ 7196—79*) — синтетический органический краситель с высокой красящей способностью. Свето- и амосферостойкость средние. Стоек к действию слабого раствора соляной кислоты, но не стоек к действию ацетона, дибутилфталата и щелочи. В пентафталевом покрытии пигмент устойчив при температуре 120°С. Маслоемкость не более 60,5 г связующего на 100 г пигмента; остаток после мокрого просеивания на сите с сеткой №0056К не более 0,2 %. Пигмент ядовит, боится влаги, его нельзя применять по известковой штукатурке, лучше использовать для внутренних отделок.

Образцы выкрасок красными пигментами приведены на рис. 30*.

§ 44. ЖЕЛТЫЕ ПИГМЕНТЫ

Сухая озра (ОСТ 6-10-430—80) — природный пигмент, состоящий из глинистых минералов, окрашенных гидратированными оксидами железа (11...18 %). В зависимости от назначения и свойств сухую охру выпускают следующих марок: О-1 — желтого цвета для изготовления художественных красок; О-2 — желтого цвета для изготовления густотертых и готовых к применению красок, а также эмалей; О-3 — от желтого до светло-коричневого цвета для изготовления густотертых красок; О-4 от желтого до светло-коричневого цвета для изготовления цветной штукатурки, клеевых и силикатных красок. По цвету охра чрезвычайно разнообразна. Встречаются очень светлые сорта охры; широко применяют так называемую золотистую охру. Иногда охра бывает почти коричневого цвета. По стандарту цвет и оттенок должны соответствовать эталону.

Охра — распространенный дешевый пигмент, одна из самых прочных, светло- и щелочестойких неорганических красок. Пигмент средней укрывистости, (г/м^2): марки О-1 — 65; марки О-2 — 85; марки О-3 — 115; марки О-4 — не нормируется. Маслоемкость 40 г масла на 100 г охры. Охра не обладает высокой красящей способностью и требует в разбелах небольшого количества белил.

Применяют охру во всех видах малярных составов для окрашивания деревянных, оштукатуренных и металлических поверхностей в различных условиях эксплуатации, особенно для полов и наружных стен.

Натуральная сиена (ГОСТ 11826—77*) — глиняный желтый пигмент, сходный с охрой, но содержащий больше оксида железа (45... 69 %) и кремнезем в коллоидной форме. При прокаливании сероватый с оранжевым отливом цвет сиены переходит в красно-коричневый, этот новый пигмент называется *жженая сиена*. Натуральная и жженая сиена стойки к действию щелочей и извести, поэтому их применяют во всех видах окрасочных составов. При растирании с маслом сиена приобретает лессировочные свойства; такую сиену используют при разделке поверхностей под различные дорогие породы дерева, особенно дуб и ясень.

Желтый железооксидный пигмент (ГОСТ 18172—80*) — синтетический неорганический пигмент, представляющий собой моногидрат оксида железа. В зависимости от цвета и назначения пигмент выпускают следующих марок: Ж-0 — охристо-желтого цвета для атмосферостойких покрытий с высокими декоративными свойствами; Ж-1 — табачно-желтого цвета для тех же целей, что Ж-0; Ж-2 — темно-охристо-желтого цвета для материалов, эксплуатируемых в атмосферных условиях и внутри помещений. Кроме производства лакокрасочных материалов пигмент применяют для получения цветной штукатурки и цветных цементов.

Содержание соединений железа в пересчете на Fe_2O_3 не менее 84...86 %; маслоемкость 30... 70 г связующего на 100 г пигмента, укрывистость 15...20 г/м^2; относительная красящая способность 95...100 %; остаток после сухого просеивания на сите с сеткой № 016 не более 0,05 %. Пигмент пожаро- и взрывоопасен.

Свинцовые крона (ГОСТ 478—80*) — синтетические неорганические пигменты лимонного, желтого и оранжевого цвета. В зависимости от цвета и свойств крона выпускают марок: КЛ-1 — лимонный, КЛ-2 — лимонный с повышенной красящей способностью; КЖ-1 — желтый; КЖ-2, КЖ-3 — желтый с повышенной красящей способностью; КО — оранжевый. Цвет кронов должен соответствовать утвержденным образцам; красящая способность для кронов марок КЛ-1, КЖ-1 и КО не менее 90 %, а для кронов других марок не менее 140...180 %; укрывистость не более 45...60 г/м^2; маслоемкость 6...25 г масла на 100 г пигмента. Обладают высокими антикоррозионными свойствами; весьма ядовиты, в организм проникают через дыхательные пути и кожу.

Свинцовые крона используют для производства красок, эмалей, грунтовок на всех связующих (кроме щелочных), а также для пленок, искусственной кожи и других материалов. Нельзя смешивать крона с пигментами, содержащими свободную серу, например с ультрамарином и литопоном.

Недостаток свинцовых кронов — способность темнеть под действием щелочи. Поэтому их не применяют в окрасочных составах, содержащих известковые и силикатные щелочи, а также при использовании некоторых эмульсий. Кроме того, свинцовыми кронами не следует красить по не вполне просохшей штукатурке. Их можно применять для наружных и внутренних работ в клеевых, масляных и эмалевых окрасочных составах.

Цинковый крон (ГОСТ 16763—79*) — синтетический неорганический пигмент желтого цвета с различным содержанием оксидов цинка, хрома и калия. В зависимости от состава и применения цинковый крон выпускают следующих видов: хроматы цинка и калия — для изготовления эмалей и художественных красок; тетраоксихромат цинка (крон марок А и В) — для изготовления антикоррозионных грунтовок; триоксихромат цинка — для изготовления фосфатирующих и антикоррозионных грунтовок. Цвет хроматов цинка и калия — в пределах допусков утвержденных образцов цвета; остаток после мокрого просеивания на сите с сеткой № 0063 не более 0,2 %; маслоемкость 20...30 г связующего на 100 г пигмента; укрывистость не более 120 г/м^2.

Цинковый крон пожаро- и взрывобезопасен, но весьма ядовит, обладает высокой красящей способностью, почти не изменяет цвет под действием сероводорода и щелочей, чем выгодно отличается от других пигментов, например кронов свинцовых.

Применяют цинковый крон в масляных, эмалевых и клеевых окрасочных составах, а также для окрашивания металлических поверхностей, так как обладает высокими антикоррозионными свойствами.

Желтый светопрочный пигмент (ГОСТ 5691—77*) — синтетический органический пигмент, представляющий собой однородный порошок желтого цвета. Пигмент свето- и атмосферостоек. В пентафталевом покрытии выдерживает температуру до 120 °С в течение 30 мин. Не изменяется под действием кислот, щелочей, масел, но недостаточно стоек к таким растворителям, как спирт, ацетон, бензол, толуол, этилацетат. Плотность 1,37... 1,43 г/см^3; маслоемкость не более 72 г связующего на 100 г пигмента; остаток после мокрого просеивания на сите с сеткой № 0056К не должен превышать 0,3 %; укрывистость 70 г/м^2. Недостаток пигмента — токсичность; он раздражает кожу и слизистые оболочки верхних дыхательных путей; горюч. Применяют во всех составах для внутренних и наружных работ.

Желтый светопрочный пигмент 3 (ГОСТ 8574—77*) — синтетический органический пигмент в виде однородного порошка желтого цвета. Пигмент свето- и атмосферостоек, стоек к действию воды, слабых растворов соляной кислоты и щелочи, бензина и натуральной олифы; не стоек к действию ацетона, бензола, этилацетата, толуола. В пентафталевом покрытии пигмент выдерживает температуру 100°С в течение 30 мин. Плотность пигмента 1,47... 1,55 г/см^3; маслоемкость не более 80 г связующего на 100 г пигмента; укрывистость не более 75 г/м^2; остаток после мокрого просеивания на сите с сеткой № 0056К не более 0,5 %. Осевшая пыль пигмента пожароопасна, а пылевоздушная смесь взрывоопасна; пигмент ядовит. Его применяют для водных и неводных составов, используемых для наружных и внутренних покрасок.

Образцы выкрасок желтыми пигментами приведены на рис. 31*.

§ 45. ЗЕЛЕНЫЕ ПИГМЕНТЫ

Цинковая сухая зелень — неорганический синтетический пигмент, получаемый при механическом смешивании цинкового крона, железной лазури и наполнителя — барита. Выпускают трех сортов: зелень «цельная» без наполнителя; зелень № 1, содержащая 50 % наполнителя; зелень № 2, содержащая 75 % наполнителя. Каждый сорт зелени имеет два оттенка — светлый и темный. Цинковая зелень — светостойкий пигмент, не темнеет от сероводорода; обладает высокой красящей способностью и антикоррозионными свойствами; укрывистость 23...70 г/м^2; плотность 6,9...7,2 г/см^3. Применяют для окрашивания металлических, деревянных и оштукатуренных поверхностей в масляных и эмалевых составах. Цинковая зелень нещелочестойка, поэтому окрашивание нельзя выполнять по непросохшей штукатурке.

Технический оксид хрома Cr_2O_3 (ГОСТ 2912—79*) — неорганический синтетический пигмент от светло-зеленого до темно-зеленого цвета, получаемый термическим разложением хромового ангидрида или восстановлением хроматных щелоков серой и тиосульфатом натрия. Выпускают следующие виды оксида хрома: пигментный — сортов ОХП-1 и ОХП-2; металлургический — сортов ОХМ-0 и ОХМ-1; абразивный — сортов ОХА-0, ОХА-1, ОХА-2. Содержание общего хрома в пересчете на Cr_2O_3 должно быть не менее 98...99 %. Укрывистость пигмента от 12 до 14 г/м^2; плотность 5,2 г/см^3. Пигмент пожаро- и взрывобезопасен, токсичен.

Оксид хрома — очень прочный и светостойкий пигмент, не растворяющийся в кислотах и щелочах даже при нагревании, поэтому его используют для наружных и внутренних работ со всеми видами связующих. Пигмент стоек к действию высоких температур, его можно смешивать с любыми другими пигментами независимо от их химического состава. Оксидом хрома целесообразно окрашивать помещения химических заводов с агрессивной средой, а также горячие поверхности аппаратов и трубопроводов.

Медянка (ТУ 6-10-955—80) — синтетический неорганический пигмент голубовато-зеленого цвета; по химическому составу — основная уксуснооксидная соль меди. Выпускают медянку в густотертом виде, реже — в виде порошка, крупки или кусков. Как всякая краска, содержащая медь, медянка очень ядовита. Однако медянка обладает высокими антикоррозионными свойствами, поэтому ее применяют, растирая в масле в смеси со свинцовыми или титановыми белилами, для окраски металлических поверхностей, находящихся в особо тяжелых условиях эксплуатации. Срок службы покрытия 10...15 лет. Медянка из-за содержания меди чернеет от сернистых газов и сероводорода и ее нельзя смешивать с сернистыми пигментами, литопоном и оксидом цинка. Укрывистость медянки 190...200 г/м^2; плотность 3,7 г/см^3. Медянку легко отличить от любого другого пигмента: она целиком растворяется в нашатырном спирте, давая темно-синий раствор; при этом легко обнаружить примеси, которые остаются нерастворимыми. Сразу после

...ая медянка имеет бирюзовый цвет и лишь со временем приоб... темно-зеленый.

Зеленый пигмент (ГОСТ 4579—79*) — органический синтетический пигмент-краситель. Пигмент марки Б, предназначенный для лакокрасочной промышленности, представляет собой однородный порошок зеленого цвета с оттенком, соответствующим эталону. Светостоек и атмосферостоек; стоек к действию уайт-спирита и бензина, растительных масел и натуральной олифы, бензола и толуола, к воде и слабым растворам соляной кислоты, щелочи, менее стоек к ацетону, спирту и этилацетату. В пентафталевом покрытии пигмент выдерживает температуру 140° С в течение 1 ч. Маслоемкость пигмента не более 60 г связующего на 100 г пигмента; остаток после мокрого просеивания на сите с сеткой № 0056К не более 0,3 %. Пигмент горюч и токсичен, пыль пигмента пожаро- и взрывоопасна. Применяют в различных составах для внутренних декоративных отделок.

Образцы выкрасок зелеными пигментами приведены на рис. 32*.

§ 46. СИНИЕ ПИГМЕНТЫ

Синий сухой ультрамарин (ОСТ 6-10-404—77) — синтетический неорганический пигмент, по химическому составу — алюмосиликат натрия, содержащий серу. В малярных работах используют ультрамарин марок УМ-1 и УМ-2 для лакокрасочных и других отраслей промышленности. Ультрамарин свето- и щелочестоек; иногда обесцвечивается под действием извести, поэтому при использовании ультрамарина в известковых колерах его следует проверять на стойкость к действию извести. Укрывистость ультрамарина не нормирована. Его легко отличить от других пигментов, если облить разведенной соляной кислотой. При этом ультрамарин теряет свой цвет: получается сероватый осадок и выделяется сероводород. При прокаливании цвет ультрамарина не изменяется. Ультрамарин не рекомендуется смешивать с пигментами, содержащими медь и свинец.

Применяют ультрамарин для наружных и внутренних работ при окраске по металлу, древесине и штукатурке со всеми видами связующих как в водных, так и неводных окрасочных составах. В чистом виде его применяют редко. Обычно ультрамарин используют в разбелах; в клеевых и известковых колерах его применяют в небольших количествах для нейтрализации желтоватого цвета мела и извести. Иногда ультрамарин применяют как лессировочный пигмент.

Железная лазурь (ГОСТ 21121—75*) — синтетический неорганический пигмент синего цвета, состоящий из ферроцианида железа и калия. Цвет пигмента должен соответствовать утвержденным образцам. Красящая способность высокая и составляет не менее 100 %; маслоемкость 30...60 г связующего на 100 г пигмента; укрывистость небольшая; плотность 2,8 г/см^3; при прокаливании превращается в коричневый порошок; остаток после мокрого просеи-

вания на сите с сеткой № 0063 не более 0,02 %. Лазурь нейстойка к действию щелочей; кислотостойка; обладает антикоррозионными и лессировочными свойствами; от действия раствора каустической соды обесцвечивается; нетоксична; пожароопасна.

Применяют в масляных и эмалевых составах при окрашивании металлических и деревянных поверхностей, а также в разбелах водных составов, не содержащих щелочи. Ее нельзя использовать для известковых, казеиновых, силикатных составов, а также в эмульсиях, содержащих щелочь. Лазурь широко применяют в смеси с желтым кроном для получения зеленых пигментов различных оттенков.

Синий кобальт (ГОСТ 11826—77*) — синтетический неорганический пигмент, получаемый при прокаливании глинозема с солями кобальта и хрома. Кобальт свето- и щелочестоек, выдерживает высокие температуры, весьма маслоемок. Чтобы отличить кобальт от других пигментов, его обливают 10 %-ным раствором соляной кислоты. При этом он полностью растворяется, образуя розовый раствор; белый осадок указывает на наличие шпата, выделение сероводорода — на примесь ультрамарина, а синий цвет раствора свидетельствует о присутствии лазури. Поскольку это очень дорогой пигмент, его используют в малярных работах для особо ответственных высококачественных работ, для окрашивания горячих поверхностей, для декоративных и художественных масляных росписей.

Голубой фталоцианиновый пигмент (ГОСТ 6220—76*) — органический синтетический пигмент-краситель. Свето- и атмосферостоек; стоек к действию воды, слабых растворов соляной кислоты и щелочи, спирта, бензола, бензина, ацетона, ксилола, растительных масел, натуральной олифы, бутилацетата. Маслоемкость не более 90 г связующего на 100 г пигмента; остаток после мокрого просеивания на сите с сеткой № 0056К не более 0,8 %. Осевшая пыль пожароопасна, пылевоздушная смесь взрывоопасна. Токсичен. Отличается высокой красящей способностью, в разбелах дает яркие красивые голубые тона. Пигмент дорог, поэтому расходуется в небольшом количестве. Применяют для наружных и внутренних работ в масляных, эмалевых и клеевых составах, а также для приготовления перхлорвиниловых фасадных красок.

Образцы выкрасок синими пигментами приведены на рис. 33*.

§ 47. КОРИЧНЕВЫЕ ПИГМЕНТЫ

Натуральная умбра (ГОСТ 11826—77*) — алюмосиликат, неорганический природный пигмент, содержащий оксиды железа и марганца. Аналогично охре умбра — дешевый пигмент темно-желтого или коричневого цвета с зеленоватым оттенком. Состав и цвет умбры непостоянен, так же как охры, сурика и других природных неорганических пигментов. После прокаливания природной умбры образуется *жженая умбра* красно-коричневого цвета. Умбра обладает высокой прочностью, долговечностью, высокой кра-

...ей способностью; укрывистость 40 г/м². Умбра содержит оксид марганца, поэтому ускоряет высыхание масла. Применяют ее для наружных и внутренних работ, для окрашивания металлических и деревянных поверхностей и штукатурки со всеми видами связующих в водных и неводных окрасочных составах.

Жженая сиена (ГОСТ 11826—77*) — неорганический пигмент каштанового цвета, получаемый путем прокаливания натуральной сиены. Свойства и область применения сиены жженой аналогичны натуральной сиене. Пигмент лессировочный; применяют в любых составах.

Природная сухая мумия — глинистый неорганический пигмент коричневого цвета, окрашенный оксидами железа. Укрывистость не более 25 г/м²; маслоемкость 12...20 г масла на 100 г пигмента; остаток на сите с сеткой № 0063 не более 0,3 %. Из-за небольшого содержания оксида железа (35...65 %) природная мумия не обладает антикоррозионными свойствами, поэтому применяют ее для окрашивания древесины и штукатурки для внутренних и наружных работ. Мумия — дешевый пигмент, в малярных работах используют во всех видах неводных и водных окрасочных составов, так как она устойчива к щелочам и извести.

Коричневый марс (ГОСТ 11826—77*) — синтетический неорганический пигмент коричневого цвета, получаемый прокаливанием смеси гидрата оксида алюминия, оксидов железа и марганца. Коричневый марс бывает светлый, темный и темный прозрачный. Укрывистость 40 г/м². Пигмент свето- и щелочестоек, что позволяет применять его для внутренних и наружных окрасок по металлу, древесине и штукатурке со всеми связующими в водных и неводных окрасочных составах. Обладает лессировочными свойствами.

Образцы выкрасок коричневыми пигментами приведены на рис. 34*.

§ 48. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ

Алюминиевая пигментная пудра (ГОСТ 5494—71*) — тонкоизмельченные пластинчатой формы частицы первичного алюминия. Пудра — легконаносимый легкий порошок блестящего светло-серебристого цвета без инородных примесей и комков. В зависимости от кроющей способности на воде (отношения площади воды, см², покрытой пудрой, к массе, г, пудры, взятой для опыта), степени измельчения и химического состава алюминиевую пудру выпускают двух марок: ПАП-1 и ПАП-2. Кроющая способность на воде пудры ПАП-1 должна быть не менее 7000, ПАП-2 — не менее 10 000 см²/г.

Алюминиевая пудра обладает антикоррозионными свойствами, поэтому применяют ее для окрашивания металлических поверхностей в масляных, эмалевых и эмульсионных составах для внутренних и наружных работ. Имеет способность всплывать в связующем, образуя на его поверхности блестящую пленку. Это свойство позволяет использовать ее со связующими любого цвета, не опасаясь за цвет

окрашенной поверхности. Алюминиевая пудра очень хорошо отражает тепловые лучи и проводит теплоту. Смесь алюминиевой пудры и воздуха взрывоопасна. Укрывистость пудры 2...3,3 г/м^2.

Пудру применяют для декоративно-художественной отделки, защиты от коррозии ответственных металлических конструкций — мостов, ферм, колонн, балок перекрытий, решеток.

Бронзовая пудра для красок (ТУ 48-21-721-81) — тонкий порошок, получаемый в результате измельчения латуни, бронзы или меди. В процессе дробления, измельчения и полировки пудры к ней прибавляют стеариновую кислоту, стеараты, парафины и другие вещества, которые препятствуют слипанию частиц во время измельчения, а также предохраняют их от окисления. Плотность пудры 6 г/см^3. Пудра ядовита. По химическому составу и назначению золотистую бронзу выпускают нескольких марок. В малярных работах применяют золотистую бронзу марки БПК в масляных, эмалевых и клеевых составах для внутренних и декоративных работ. Кроме того, этой бронзой покрывают садово-парковую скульптуру. Все бронзы перед использованием замешивают без перетира с окрасочными нейтральными связующими.

§ 49. НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наполнители — природные и искусственные неорганические сухие тонкодисперсные нерастворимые в жидкостях вещества преимущественно белого цвета, добавляемые в лакокрасочные составы для придания им особых свойств и экономии пигментов. Наполнители повышают сцепление пигментов с основанием, придают окрасочным покрытиям прочность, водо-, огне-, кислото- и атмосферостойкость, блеск или матовость, ускоряют высыхание пленки и пр. В качестве наполнителей применяют баритовый концентрат, каолин, тяжелый и легкий шпаты, тальк и молотый песок, пылевидный кварц, асбестовую пыль и волокно, молотую слюду, диатомит, некоторые молотые каменные породы — андезит, бештаунит, диабаз и др. Описание некоторых наполнителей приведено в гл. IV.

Баритовый концентрат (ГОСТ 4682—84*) — сухой порошок, содержащий 80...95 % и более сульфата бария $BaSO_4$. Баритовый концентрат выпускают классов А и Б. Концентрат в зависимости от содержания сульфата бария выпускают марок КБ-1...КБ-6. Для наполнителей лакокрасочных материалов используют концентрат класса А с содержанием влаги не более 1 % и остатком на сите № 0056К не более 1 %. Коэффициент яркости концентрата, применяемого в качестве наполнителя для красок белых тонов, должен быть для марки КБ-1 не менее 90 %, для остальных марок — не менее 80 %. Нетоксичен, пожаро- и взрывобезопасен.

Ангидрит — минерал, по внешнему виду напоминающий мрамор. По химическому составу — безводная кристаллическая разновидность сульфата кальция $CaSO_4$. В молотом виде применяют в качестве наполнителя в шпатлевках для уменьшения их усадки, а также при изготовлении окрасочных составов.

Диатомитовая мука (ТУ 14-301-2—80) — легкий порошкообразный минерал белого, серого и желтоватого цвета, состоящий из микроскопических кремнеземистых панцирей водорослей (диатомей). Средняя плотность диатомита 400...900 кг/м^3. Применяют диатомитовую муку в качестве наполнителя в известковых, цементных, масляных и эмульсионных красках.

Трепел — горная порода, похожая на диатомит и состоящая из микроскопических зерен кремнезема с большей, чем у диатомита, примесью известняка и глины. Используют в известковых красках вместо диатомита.

§ 50. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа 1. Определение маслоемкости пигмента

Цель: установить маслоемкость природного пигмента (охры, железного сурика, сиены, умбры и т. д.).

Ход работы. Маслоемкость пигмента характеризуют количеством масла (см^3 или г), которое необходимо добавить в 100 г пигмента, чтобы получить однородную пасту. Чем меньше маслоемкость пигмента, т. е. чем меньше масла необходимо для получения пасты из пигмента, тем он экономичнее и тем долговечнее масляная окраска, так как ее разрушение происходит в основном вследствие старения масляной пленки. Маслоемкость пигментов различна: при получении густотертых красок — от 9 (свинцовые белила) до 50 % (сажа); при получении красок малярной консистенции — 22...90 %.

Для определения маслоемкости 5 г сухого пигмента помещают в небольшой фарфоровый тигель. Затем из бюретки льют на пигмент отбеленное сырое льняное масло сначала 0,3 см^3, потом по 2...3 капли и, наконец, по одной капле. После каждого добавления масла смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой с закругленным концом. Образующиеся при этом отдельные комочки сначала соединяются друг с другом, затем наступает момент, когда весь пигмент смачивается маслом и получается сплошной комок с блестящей масляной поверхностью. Это свидетельствует о том, что насыщение пигмента маслом достигнуто. Расход масла вычисляют по разности уровней на бюретке до начала опыта и в конце его. Маслоемкость пигмента М, %, вычисляют по формуле $M = (V\rho/m)100$, где V — расход масла, см^3; ρ — плотность масла, г/см^3; m — масса пигмента, г. Маслоемкость данного пигмента сравнивают с маслоемкостью, указанной в ГОСТе. Результаты определения маслоемкости пигмента записывают по следующей форме:

Вид пигмента . . . . .; количество пигмента . . . . . г. Вид масла . . . . . : расход масла по отсчетам на бюретке: 1) . . . . см^3; 2) . . . . . см^3, ... г; плотность масла . . . . . г/см^3. Маслоемкость пигмента: по опыту . . . . . %, по ГОСТу . . . . . %, или в граммах масла на 100 г пигмента . . . . . г.

В журнале лабораторных работ делают вывод о маслоемкости пигмента и описывают ход работы.

Лабораторная работа 2. Изучение пигментов и наполнителей по образцам

Цель: ознакомиться с коллекцией природных и искуственных пигментов и наполнителей по внешним признакам, запомнить цвет важнейших из них, научиться их различать.

Ход работы. Учащиеся осматривают все пигменты и наполнители, имеющиеся в коллекции. Более обстоятельно (по заданию преподавателя) каждый учащийся изучает два-три пигмента. Техническую характеристику пигментов и наполнителей прорабатывают по учебнику. Приводят их описание в журнале лабораторных работ.

Коллекция должна включать следующие пигменты: природный мел комовый и молотый, сепарированный и обогащенный; каолин природный и обогащенный; сухие цинковые белила, литопон, титановые белила; диоксид марганца; сажу, графит, оксид цинка серый; железный сурик, мумию, красный крон; сухую охру, сиену, крон цинковый; зелени, оксид хрома; ультрамарин, железную лазурь, синий кобальт; умбру, коричневый марс; алюминиевую и бронзовую пудру; наполнители — баритовый концентрат, ангидрит, микротальк, асбест, каменную муку и др.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение лакокрасочных материалов? 2. Назовите основные лакокрасочные материалы. 3. Перечислите вспомогательные малярные материалы. 4. В чем принципиальное отличие пигментов от красителей? 5. Каково назначение наполнителей в лакокрасочных материалах? 6. Назовите хроматические и ахроматические цвета. 7. Перечислите цвета основные и дополнительные, отступающие и выступающие, легкие и тяжелые, теплые и холодные. 8. Что такое красящая и разбеливающая способности пигментов? 9. Расскажите об укрывистости пигментов. 10. Каково значение дисперсности пигментов? 11. Перечислите важнейшие свойства пигментов. 12. Назовите основные природные, синтетические и металлические пигменты. 13. Назовите важнейшие белые пигменты. Охарактеризуйте мел и цинковые белила. 14. Расскажите о черных и серых пигментах. 15. Назовите и кратко охарактеризуйте красные пигменты. 16. Какие желтые пигменты вы знаете? 17. Назовите важнейшие зеленые пигменты и охарактеризуйте их. 18. Что такое ультрамарин и каково его назначение? 19. Кратко охарактеризуйте коричневые пигменты. 20. Расскажите о металлических пигментах. 21. Как определить и оценить атмосферостойкость лакокрасочного покрытия? 22. Почему укрывистость нельзя отождествлять с нормой расхода окрасочного состава? 23. В каких случаях особенно важна высокая щелочестойкость пигментов? 24. Почему малая маслоемкость — положительное качество пигментов? 25. Почему мел не применяют для приготовления масляных красок? 26. Почему сажей недопустимо красить поверхности черных металлов? 27. Чем замечателен графит как пигмент и наполнитель?

ГЛАВА VIII
СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ ОКРАСОЧНЫХ СОСТАВОВ

§ 51. ХАРАКТЕРИСТИКА СВЯЗУЮЩИХ

Связующие вещества — жидкие или доведенные до жидкого состояния твердые материалы, которые после отвердевания (высыхания) связывают между собой частицы пигментов и наполнителей и образуют тонкую окрасочную пленку, прочно сцепляющуюся с окрашиваемой поверхностью. Их подразделяют на связующие для водных окрасочных составов и связующие для неводных окрасочных составов.

Связующие для водных составов делят на неорганические и органические. Неорганическими связующими являются цементы (обычный, белый и цветной портландцементы), известь (воздушная и гидравлическая), жидкое стекло (см. гл. III).

Органические связующие в зависимости от происхождения исходных (сырьевых) материалов подразделяют на животные (клеи костный, мездровый, рыбий, казеиновый), растительные (крахмал, декстрин, мука) и синтетические (полимерные клеи КМЦ, МЦ, ПВА, латексы, смолы, дисперсии).

Неорганические и органические связующие применяют для внутренних и для наружных малярных работ.

Водные связующие твердеют как за счет испарения содержащейся в них воды, так и за счет химических процессов — карбонизации, гидратации, кристаллизации и др. В первом случае, как правило, отвердевшее связующее может быть снова разжижено при обработке водой. Во втором случае при твердении совершаются процессы, которые делают отвердевшую пленку связующего необратимой.

Связующие, представленные растительными и животными клеями, за исключением казеинового, приготовленного с известью, не применяют для наружных окрасок, а также для окрасок помещений с повышенной влажностью. Редко применяемый в малярных работах казеиновый клей, как более водостойкий и прочный, иногда используют для приготовления составов для внутренних и для наружных работ.

Олифы, природные смолы и полимеры используют в малярных работах в качестве связующих для различных окрасочных или других составов. Так как в составах, изготовленных с такими связующими, отсутствует вода и они не могут быть разбавлены водой, то такие составы называют неводными.

§ 52. СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ ВОДНЫХ ОКРАСОЧНЫХ СОСТАВОВ

Портландцемент в малярных работах применяют сравнительно редко как в качестве пигмента, так и в качестве наполнителя — у него тусклый серый или зеленовато-серый цвет. При изготовлении малярных составов, в которые входит портландцемент, следует учитывать, что начало схватывания затворенного водой портландцемента наступает не ранее чем через 45 мин, а конец — не позднее чем через 10 ч после затворения.

Белый портландцемент применяют для архитектурно-отделочных работ, а также в качестве связующего при приготовлении малярных составов. На его основе при тщательном смешивании или совместном помоле со щелочестойкими пигментами получают цветные портландцементы.

Цветной портландцемент (желтый, розовый, красный, коричневый, зеленый, голубой и черный) в малярных работах применяют подобно белому.

Строительную известь (воздушную и гидравлическую) применяют как в качестве связующего, так и в качестве белого пигмента.

К л е и — жидкости различной вязкости (растворы, суспензии, эмульсии), пленки, порошки, плитки, прутки и прочие материалы, характеризующиеся высокой адгезией и когезией к склеиваемым материалам. Рабочая консистенция или вязкость клея определяет удобство работы с ним и прочность склейки. Рабочую вязкость контролируют, опуская в клей тонкую палочку и извлекая ее назад. Если клей стекает с палочки сплошной тонкой струей — он нормальной консистенции, жидкий клей стекает отдельными каплями, а густой — комками. Клей должен быть в течение определенного времени

жизнеспособным — пригодным для работы без снижения качества склеивания. Указанное время ограничивается началом загустевания клея или потерей им клеящих свойств. Прочность склеивания зависит от когезии — сил сцепления между частицами клея и от адгезии — сил сцепления клея с поверхностью. Применение клея с очень высокой когезией или адгезией, превышающих прочность склеиваемых материалов, не допускается. Твердение клея сопровождается усадкой; лучше применять клеи с наименьшей усадкой. Клей не должен гореть и взрываться, не должен быть ядовитым.

Кроме клеев в малярных работах применяют клейстеры — жидкие составы, содержащие крахмал, муку, животный клей и воду; применяют для проклеивания поверхности стен, наклеивания макулатуры, простых и плотных обоев, линкруста.

Калиевое жидкое стекло заданной плотности — единственный из силикатных клеев, который применяют в водных окрасочных составах. Натриевое жидкое стекло не используют, так как оно на поверхности образует высолы, пятна.

Из животных клеев чаще всего применяют клеи костный и мездровый; рыбий и казенновый — редко.

Костный клей (ГОСТ 2067—80) вырабатывают из обезжиренных и отполированных костей животных. Клей выпускают нескольких видов: галерта (клеевой студень), плиточный, дробленый, гранулированный и чешуйчатый.

При варке костей сначала образуется жидкий бульон, который затем выпаривают до клеевого студня темно-желтого или коричневого цвета. Такой клей называют *галертой*. Разрезая галерту на плитки площадью до 400 см^2, толщиной до 16 мм и высушивая их, получают *плиточный клей* с сухой и твердой поверхностью темно-желтого или коричневого цвета. В плитках клея допускаются пузырьки воздуха. Частицы плиточного клея, полностью проходящие через сито с отверстиями 10 мм, называют *дробленым клеем*. *Гранулированный клей* — это однородные, чечевицеподобные гранулы от желтого до темно-коричневого цвета, полностью проходящие через сито с отверстиями в свету 10 мм. *Чешуйчатый клей* — желтоватого цвета частицы ненормированных размеров в виде хлопьев и порошка.

Содержание влаги в твердом клее всех видов должно быть не более 17 %. В галерте сухого клея содержится не менее 49 %. Клеящая способность различных сортов клея колеблется в пределах 6...10 МПа. Твердый клей хранят в упакованном виде (рогожных кулях, мешках и ящиках) в помещениях при температуре не выше 30 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Бочки с галертой при хранении укладывают на бок. Со временем клей загнивает, поэтому хранят его недолго. Особенно быстро загнивают растворы клея, при этом они распространяют устойчивый неприятный запах; загнивший клей теряет свою клеящую способность. Костный клей не должен иметь следов плесени и запаха гнили. При температуре 25 °С стандартный раствор клея не должен загнивать в течение 3...5 сут. При смешивании с мелом сопротивляемость клея загниванию повышается, однако в клеевые растворы лучше

вводить какой-либо из антисептиков, например фенол или формалин.

Чтобы приготовить малярные составы, клей необходимо сварить. Для этого в течение 1 сут плиточный или дробленый клей замачивают в теплой воде, а затем варят. Чтобы клей не подгорел, его варят на паровой бане, используя для этого электрическую клееварку (рис. 35). До кипения вода в клееварке доводится за 20 мин. Если добавить квасцов 2...3 % от массы клея, то он загустеет. Этим свойством клея пользуются при выполнении работ с помощью механизмов, чтобы нанесенный на поверхность окрасочный состав не оплывал. В малярных работах костный клей применяют для приготовления окрасочных составов, грунтовок, шпатлевок, подмазочных паст.

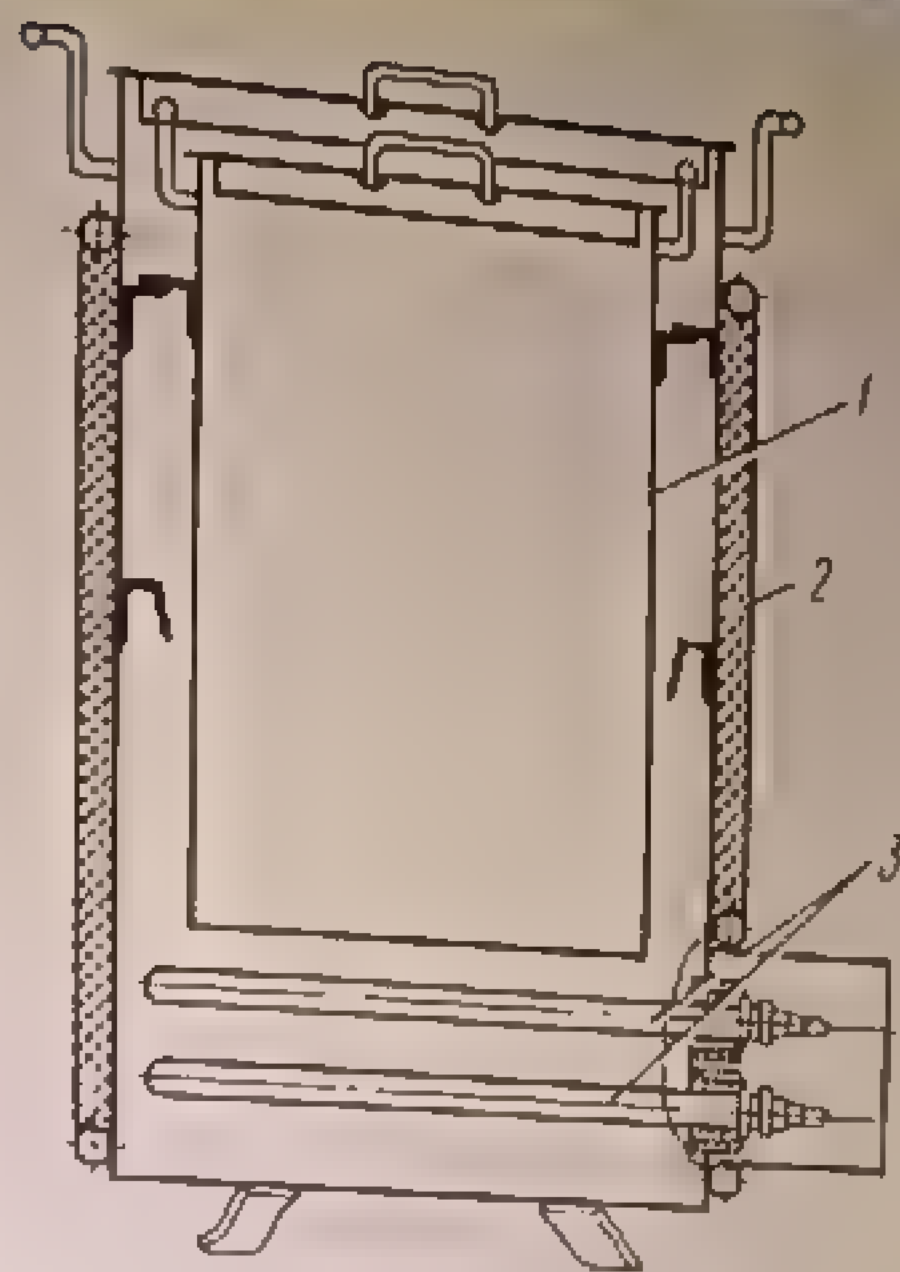


Рис. 35 Электрическая клееварка:

1 — внутренний съемный сосуд вместимостью 20 л, 2 — наружный сосуд для воды с теплоизоляцией, 3 — электронагревательные элементы

Мездровый клей (ГОСТ 3252—80*) получают путем разваривания с водой белковых отходов кожевенных заводов с последующим высушиванием. (Мездра — подкожный слой шкуры животного.) Мездровый клей подразделяют на твердый и галерту. Твердый клей бывает плиточный, чешуйчатый, стружковый, дробленый и гранулированный. В зависимости от физико-химических свойств клей выпускают марок КМЭ, КМВ, КМ-1, КМ-2 и КМ-3. Все виды клея не должны иметь плесени. Плиточный клей выпускают размером 250×90×10 мм от светло-желтого до темно-коричневого цвета с гладкой или гофрированной блестящей поверхностью. Внутри плиток могут быть мелкие пузырьки воздуха, в тонких местах плитки просвечивают.

В чешуйчатом клее не должно быть комков размером более 20 мм, размеры чешуек и стружки не нормируются. Кусочки дробленого клея проходят через сетку с квадратными ячейками размером 20 мм, а гранулы гранулированного клея — через такое же сито размером 10 мм. Горячий раствор клея не должен иметь гнилостного запаха. Инородные примеси в клее не допускаются. Массовая доля влаги в твердых клеях не должна превышать 17 %, а в галерте — 68 %. Условная вязкость раствора клея (в зависимости от марки) 6, 5, 4, 3, 2 усл. град; загниваемость не ранее 3...5 сут; клеящая способность 1080...1570 Н/м. В малярных и обойных работах мездровый клей применяют наравне с костным. Хранят в сухом помещении, срок хранения твердого клея 12 мес, а галерты — 12 сут с момента изготовления.

Казеиновый клей (ГОСТ 3056—74*) — вырабатывают из технического кислотного казеина, гидратной извести, фторида натрия, медного купороса и керосина. По внешнему виду это — однородный

порошок серого цвета без посторонних включений с малым количеством комков, распадающихся при легком растирании. Казеиновый клей выпускают марок «Особый» (В-105), «Экстра» (В-107) и «Обыкновенный» (ОБ). Запах клея специфический, но не гнилостный. С водой образует однородную массу без комков. Клеи марок «Особый» и «Экстра» сохраняют вязкотекучее состояние не менее 5 ч, а марки «Обыкновенный» — не менее 4 ч. Состояние плотного эластичного студня клеи «Особый» и «Экстра» сохраняют не менее 1 сут. Казеиновый клей применяют главным образом для окрашивания фасадов, так как он образует очень прочное, несмываемое покрытие, а также для склеивания древесины, изготовления грунтовок, шпатлевок.

Основу растительных клеев образуют крахмалы — ценные продукты питания, поэтому растительные клеи в малярных работах применяют сравнительно редко.

Крахмал — белый тонкий, хрустящий при сжатии в руке порошок. В зависимости от исходного сырья крахмалы различают: картофельный, маисовый, или кукурузный, пшеничный, рисовый и др. Крахмал в холодной воде не растворяется, поэтому его при употреблении заваривают горячей водой и кипятят, после чего образуется густой клейстер. Чтобы в клейстере не было комков, крахмал предварительно разводят в холодной воде. Если нужно распознать крахмал, на него капают сильно разведенным водой раствором йода. При этом крахмал окрасится в синий, черно-синий или фиолетово-синий цвет.

Картофельный крахмал (ГОСТ 7699—78*) наиболее распространен. Его выпускают четырех сортов: экстра, высший, 1-й и 2-й. Первые три сорта применяют в пищевой промышленности, а 2-й сорт — в малярных и обойных работах. Влажность картофельного крахмала не должна превышать 20 %. В крахмале не допускается посторонний, не свойственный ему запах.

Для приготовления клеевых окрасочных составов крахмал используют в чистом виде и в смеси с другими клеями, так как он имеет небольшую клеящую способность. Крахмальный клейстер добавляют и в животные клеи, чтобы повысить их малярно-технические свойства, особенно часто это делают при нанесении колеров механизированным способом. В обойных работах крахмал применяют как самостоятельно, так и в смесях с животными клеями для приклеивания макулатуры и обоев.

Декстрины (ГОСТ 6034—74*) получают путем нагревания сухого крахмала с катализаторами — разбавленными неорганическими кислотами или сульфатами алюминия. В зависимости от используемого крахмала декстрины бывают картофельные или кукурузные, а от используемого катализатора — кислотные и бескислотные. Цвет декстрина может быть белым, палевым и желтым. Влажность декстрина не должна превышать 5 %. Растворимость в воде при температуре 20 °С белого декстрина — 62, палевого — 78, желтого — 95 %. Хранят декстрины в сухом проветриваемом помещении.

Растворяя декстрин в холодной воде, получают клей. Этим декстрин отличается от крахмала, который необходимо заваривать.

Декстрин применяют в ограниченном количестве при изготовлении клеевых колеров непосредственно на строительных площадках и при изготовлении сухих цветных смесей, предназначенных для бытового употребления в виде готовых клеевых красок, для грунтовок, шпатлевок, а также для наклеивания обоев.

В малярных работах помимо животных и растительных широко применяют синтетические клеи, которые представляют собой растворы природных модифицированных или синтетических полимеров в воде, спирте. В малярных работах в качестве синтетических клеев чаще всего применяют карбоксиметилцеллюлозу, метилцеллюлозу и растворы поливинилацетата.

Натрий-карбоксиметилцеллюлоза техническая КМЦ (ОСТ 6-05-386—80) — натриевая соль целлюлозно-гликолевой кислоты, получаемая при взаимодействии щелочной целлюлозы с монохлорацетатом натрия или монохлоруксусной кислотой, т. е. КМЦ — продукт химической переработки древесной целлюлозы. По внешнему виду КМЦ — мелкозернистый порошкообразный материал белого или кремового цвета с остатком на сите с сеткой № 2 не более 1 %; содержание влаги не более 10 %; растворимость в воде не менее 99,3 %.

Преимущества КМЦ, используемой в качестве связующего, следующие: хорошо смешивается с пигментами, не изменяя их цвета, а также с крахмалом, желатином, мылом, декстрином; эмульгирует олифу и некоторые лаки; обладает биологической стойкостью (почти не загнивает); хорошо сцепляется с основанием; легко набухает и растворяется в теплой (не выше 40 °С) и холодной воде, образуя при этом коллоидный раствор, способный сохраняться длительное время.

Клеевые окрасочные составы на КМЦ приготовляют так же, как и на животном клее (КМЦ предварительно замачивают, но не варят). Приготовлять клей следует в глазурованной, эмалированной, деревянной или стеклянной посуде, так как металлическая может быть испорчена коррозией. Расход клея: 30...50 г на 1 кг окрасочного состава. Если в клей или окрасочный состав на КМЦ добавить 1 %-ный раствор алюминиевых квасцов, высохшая пленка будет нерастворима в воде. КМЦ применяют не только для приготовления клеевых и окрасочных составов, но и при оклейке обоями (КМЦ-Н) или различными пленочными материалами. КМЦ упаковывают в многослойные крафт-мешки, перевозят в крытых вагонах, хранят в сухих закрытых помещениях.

Водорастворимая метилцеллюлоза (ТУ 6-05-1857—78) — порошкообразный или волокнистый продукт белого или желтоватого цвета, представляющий собой простой эфир древесной целлюлозы; отличается от карбоксиметилцеллюлозы большей кислото- и щелочестойкостью. Используют для изготовления клеев, применяемых для наклеивания обоев, слоистых пластиков, латексных красок, лаков и пр.

Синтетические клеи из полимеров применяют в виде эмульсий, водных или спиртовых растворов; они обладают высокой клеящей

способностью. Для приготовления таких клеев используют преимущественно поливинилацетат и некоторые другие полимеры.

Поливинилацетатный клей ПВА (ТУ 6-15-761—76) — спиртово-водный раствор низкомолекулярного поливинилацетата или разбавленная водой дисперсия. Клеит дерево, бумагу, картон, стекло, фарфор, кожу, линолеум, облицовочные плитки. Перед применением необходимо перемешать или взболтать. Клей в виде водной эмульсии применяют для приклеивания моющихся обоев и пленочных отделочных материалов.

Латексы — водные дисперсии полимеров, т. е. коллоидные системы, дисперсная фаза которых состоит из глобул (частиц сферической формы). Обладают вязкостью, клейкостью, не коагулируют (не свертываются). Чем больше глобулы, тем меньше вязкость латексов. Наиболее распространены латексы каучуков.

Натуральный латекс — млечный сок каучуконосных растений — жидкость прозрачная, молочно-белая, оранжевая, желтая или желтовато-коричневая, содержит 34...37 % каучука, 52...60 % воды, а также минеральные вещества, белки, смолы и др.

Синтетические латексы — водные дисперсии синтетических каучуков. К ним относятся латекс хлоропреновый, бутадиеновый, дисперсии поливинилхлорида и поливинилацетата, а также дисперсии, образующиеся при диспергировании полимеров в воде (бутилкаучуковый, изопреновый и др.).

Выпускают синтетические латексы широким ассортиментом — СКС-65ГП, СКС-30ШХП, СКД-1С, БС-30, ДММА-65ГП, СКС-50ГПС, БС-50 и др. На основе латексов изготовляют клеи и краски, не содержащие токсичных и пожароопасных растворителей. Особенно часто используют латекс синтетический СКС-65ГП — для изготовления клеев «Бустилат» и «Гумилакс».

§ 53. СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ НЕВОДНЫХ ОКРАСОЧНЫХ СОСТАВОВ

Олифа — маслянистая жидкость, которая после нанесения на поверхность высыхает, образуя прочную эластичную водонепроницаемую пленку. Изготовляют олифу, перерабатывая растительные высыхающие или полувысыхающие масла, жиры и органические продукты, не содержащие лаковых смол. Промышленность выпускает много видов различных олиф, применяемых в малярных работах для изготовления окрасочных составов, грунтовок и шпатлевок. Все олифы можно разделить на четыре вида: натуральные, уплотненные, комбинированные, синтетические.

Оксидацией при изготовлении олиф принято называть уплотнение растительного масла, предварительно нагретого до температуры 130...150 °С, через которое затем продувают воздух. Олифу, полученную в результате такой обработки, называют оксидированной.

Полимеризацией при изготовлении олиф называют процесс уплотнения растительного масла путем нагревания его в специальных аппаратах до температуры 280...300°С. Полученную таким способом олифу называют полимеризованной.

Оксиполимеризация — процесс уплотнения при высокой температуре предварительно окисленного растительного масла. Олифу, полученную в этом случае, называют оксиполимеризованной.

Натуральные олифы получают обработкой (варкой) растительных масел при температуре 200...300 °С, при этом в масло добавляют сиккатив, например оксиды, диоксиды и соли свинца, кобальта, марганца. Варка масла и добавление сиккатива ускоряют высыхание (отвердевание) пленок после нанесения краски на поверхность. Так, если тонкая пленка сырого льняного или конопляного масла, нанесенная на поверхность, высыхает в течение 5...6 сут, то после варки и добавления сиккатива натуральная олифа из этих масел высыхает в течение суток. Пленки из натуральных олиф отвердевают под влиянием двух взаимосвязанных процессов: окисления, или оксидации, и химического процесса полимеризации, т. е. уплотнения (объединения) молекул. В результате этих процессов образуется твердое вещество (пленка) — линоксин.

Для изготовления олиф применяют *растительные масла*. Среди растительных масел можно выделить такие, которые могут через некоторое время отвердевать (высыхать), и такие, которые не высыхают или высыхают спустя длительное время. Поэтому масла принято делить на высыхающие (льняное, конопляное, ореховое, тунговое), полувысыхающие (подсолнечное) и невысыхающие (касторовое).

Натуральную льняную олифу (ГОСТ 7931-76*) изготовляют из льняного масла и сиккатива, изготовленного на льняном масле. В зависимости от режима обработки масла такую олифу выпускают двух видов: полимеризованную и окисленную. *Льняную полимеризованную олифу* получают, нагревая масло до температуры 275 °С и вводя в него марганцево-свинцово-кобальтовый сиккатив. *Льняную окисленную олифу* получают, продувая воздух через масло, нагретое до 160 °С, и вводя в него марганцево-свинцовый или марганцево-свинцово-кобальтовый сиккатив. Прозрачность олифы полная; отстой по объему не более 1 %; условная вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 20 °С — 26...32 с; плотность 0,936...0,95 г/см^3, время высыхания при температуре (20 ± 2) °С до степени 1 не более 12 ч, до степени 3 — не более 24 ч.

Натуральную конопляную олифу (ГОСТ 7931—76*) изготовляют, продувая воздух через конопляное масло, нагретое до температуры 160 °С, и вводя в него марганцево-свинцовый или марганцево-свинцово-кобальтовый сиккатив. Плотность олифы 0,93...0,94 г/см^3, остальные показатели свойств такие же, как у льняной олифы.

Натуральные олифы пожароопасны. Одежда, тряпки, пакля, вата, пропитанные олифой, могут самовозгораться. Эти олифы применяют для изготовления и разведения густотертых красок, а также в качестве самостоятельного материала для малярных работ. Окрасочные составы на натуральной льняной и конопляной олифах используют для высококачественной наружной и внутренней окраски металлических конструкций, кровли, дверей и оконных переплетов, полов в зданиях и сооружениях I класса.

Уплотненные, или полунатуральные, олифы — продукт уплотнения растительных масел путем оксидации, полимеризации или оксиполимеризации, который затем разбавляют растворителем. При производстве этих олиф достигается значительная экономия масла (45 %). Уплотненные олифы разводят до вязкости натуральной олифы бензином-растворителем или сольвентом. Высыхают такие олифы как вследствие испарения растворителя, так и в результате окисления масла в тонких слоях покрытия.

Олифа оксоль (ГОСТ 190—78*) — распространенная полунатуральная олифа — раствор оксидированного растительного масла и сиккативов в уайт-спирите. В зависимости от применяемого сырья ее выпускают марок В — из льняного и конопляного масел, ПВ — из подсолнечного, соевого, сафлорового, кукурузного, виноградного, рыжикового масел. Из олифы марки В изготовляют масляные краски, применяемые для наружных и внутренних работ, за исключением окрашивания полов, а марки ПВ — краски, используемые только для внутренних работ, также за исключением окрашивания полов. Условная вязкость олифы по вискозиметру ВЗ-4—18...25 с, отстой по объему не более 1 %, прозрачность — полная; время высыхания до степени 3 олифы марки В не более 20 ч, марки ПВ — не более 24 ч. Олифа пожаро- и взрывоопасна.

Олифа оксоль-смесь — продукт окислительного уплотнения смеси льняного или конопляного масла с подсолнечным (до 29 %), осуществляемого путем продувания воздуха в присутствии сиккативов и последующего добавления бензина-растворителя или сольвента. Используют для разбавления густотертых красок, предназначенных для внутренних работ, кроме окраски полов.

Все олифы оксоль относятся к оксидированным.

Полимеризованная олифа — заменитель натуральной олифы. Получают путем уплотнения нагретого льняного масла и последующего добавления растворителя и сиккатива. Используют для разбавления густотертых красок при наружной и внутренней окрасках по металлу, древесине и штукатурке в зданиях и сооружениях I и II классов, кроме случаев, когда следует применять натуральную льняную или конопляную олифу.

Касторовую олифу изготовляют путем дегидратации и уплотнения касторового масла в присутствии катализаторов с последующим разбавлением бензином-растворителем или скипидаром. В малярных работах касторовую олифу применяют для разведения густотертых красок. Наличие смоляных кислот в олифе не допускается.

Комбинированную олифу получают на основе высыхающих и полувысыхающих масел, которые подвергают полимеризации и обезвоживанию; применяют также смесь полимеризованного и обезвоженного масел. Содержание масла в таких олифах 70...73 %. До малярной вязкости их доводят растворителем (уайт-спиритом). Комбинированную олифу применяют в основном для приготовления густотертых красок.

Синтетические олифы изготовляют из синтетических смол (полимеров) или различных масел путем термический и химической их

обработки. Такие олифы после нанесения на поверхность отвердевают, образуя тонкую пленку. Важнейший вид синтетических олиф — алкидные олифы (глифталевые, пентафталевые). Они содержат 50 % алкидной смолы и 50 % высыхающего масла. Применяют синтетические олифы для приготовления густотертых и готовых к употреблению масляных красок.

Смолы. *Природные смолы* главным образом используют в качестве пленкообразующих при изготовлении лаков.

Синтетические смолы *(полимеры)* применяют в качестве связующих при изготовлении различных красок, эмалей, лаков, клеев, мастик и пр. Раньше других начали широко применять малярные составы, изготовленные на основе перхлорвинила; они образуют прочные, атмосферо- и водостойкие пленки с хорошей адгезией. Перхлорвиниловые фасадные краски, промышленные эмали и лаки отличаются высоким качеством. Из полимеров большой интерес представляют *алкидные смолы* — глифталевые и пентафталевые полимеры.

Глифталевые полимеры, получаемые из льняного масла, фталевой кислоты и глицерина, применяют для изготовления лаков, эмалей, синтетической олифы, грунтовок, шпатлевок, а также линкруста, линолеума.

Пентафталевые полимеры получают в результате конденсации пентаэритрита и фталевой кислоты. Лаки и краски, изготовленные на их основе, дают покрытия высокой твердости и незначительной эластичности. Пентафталевые лаки и краски используют при выполнении ответственных работ, таких, как защита металлических конструкций от коррозии, отделка полов, столярных изделий, предназначенных для эксплуатации на открытом воздухе.

Химическая промышленность выпускает разнообразные полимеры. Однако для малярных работ можно использовать только те из них, которые при растворении образуют вязкие массы, обладающие адгезией с поверхностью, на которую их наносят. После отвердевания такие составы образуют прочные эластичные пленки, способные в той или иной степени противостоять атмосферным и другим воздействиям.

Процесс высыхания растворов природных смол, разбавленных каким-либо растворителем, сводится к улетучиванию этого растворителя. Отвердевание растительных масел и полимеров — сложный процесс, сопровождающийся химическими превращениями вещества вследствие окисления, полимеризации и т. д. При высыхании сланцевой олифы масса нанесенной пленки непрерывно уменьшается соответственно процессу испарения растворителя — смеси сланцевого бензина и ксилола. По окончании испарения растворителя масса пленки будет оставаться постоянной.

Высыхание льняного масла протекает сложнее. В первые пять-шесть суток масса масляной пленки, нанесенной на стеклянную пластинку, не уменьшается, а увеличивается и к моменту полного высыхания увеличение достигает 17...18 % первоначальной массы масла. Масса отвердевшей пленки масла несколько уменьшается,

но все же будет превышать первоначальную на 11...12 %. Увеличение массы при высыхании объясняется тем, что масло окисляется, поглощая кислород воздуха. Процесс окисления масла зависит от освещенности, температуры, наличия кислорода в воздухе. Так, полное высыхание масла, заканчивающееся на рассеянном свету на пятые-шестые сутки, в полной темноте продолжается более 60 сут. Олифа, высыхающая при температуре 20 °С за 24 ч, при 120 °С высыхает за 1,5 ч.

Если пленку олифы, нанесенную на поверхность, обдувать, то она высохнет быстрее за счет ускорения обмена воздуха у пленки и увеличения количества кислорода, вступающего в реакцию. В первом случае, когда твердение пленки — результат испарения растворителя, пленку можно снова размягчить тем же растворителем. Во втором случае размягчить пленку и вернуть ее в первоначальное состояние не представляется возможным; такую пленку можно только полностью разрушить различными веществами.

Эмульсии. Для изготовления различных малярных составов в качестве связующих и разбавителей широко применяют эмульсии, которые значительно улучшают качество малярных составов, способствуют экономии дефицитных связующих, особенно олиф.

Всякая эмульсия состоит из двух нерастворяющихся одна в другой жидкостей (например, масла и воды), одна из которых, раздробленная на очень мелкие частицы, распределена в другой. По этому признаку в каждой эмульсии (рис. 36*) различают две фазы: *внешнюю 1* и *внутреннюю 2*. Если масло находится в раздробленном состоянии и в таком виде смешано с водой, то внешняя фаза — вода, а внутренняя — масло. Если на мельчайшие частицы будет раздроблена вода и в таком виде смешана с маслом, то внешняя фаза — масло, а внутренняя — вода.

Различают эмульсии прямые, типа МВ, с частицами неполярной жидкости (масло) в полярной среде (вода) и обратные, типа ВМ, с частицами полярной жидкости (вода) в неполярной среде (масло).

Таким образом, существуют два типа эмульсии: *ВМ — вода в масле* и *МВ — масло в воде*. Если эмульсии ВМ и МВ оставить в спокойном состоянии на некоторое время, то они начнут расслаиваться. Частицы внутренней фазы будут постепенно соединяться между собой и занимать свое место в составе: масло поднимется вверх, вода опустится вниз. Чем меньше частицы внутренней фазы, тем эмульсия будет устойчивей. Вещество дробится на мелкие частицы путем интенсивного перемешивания эмульсии в ультразвуковых эмульсаторах и вихревых диспергаторах.

Чтобы получить наиболее устойчивую эмульсию, в ее состав вводят *эмульгаторы* — вещества, способствующие образованию эмульсии. В качестве эмульгаторов применяют различные щелочи (буру, аммиак, едкое кали) или хлорид кальция, известь, растворы казеина, животного и растительного клеев. Эмульсии могут при определенных условиях переходить из одного вида в другой. Так, если в эмульсию МВ добавить вещество, служащее внутренней фазой, в данном случае масло, то наступит момент, когда масло

накопится в таком количестве, что оно станет для данной эмульсии внешней фазой и эмульсия обратится в противоположную, т. е. эмульсию ВМ. Вязкость эмульсии зависит от количества вещества, взятого для образования внутренней фазы: чем больше взято этого вещества, тем эмульсия будет гуще. Однако эмульсия одного вида может перейти в другой, поэтому вливать избыточное количество вещества внутренней фазы нельзя, так как может наступить такой момент, когда эмульсия внезапно станет жидкой. Это свидетельствует о том, что эмульсия перешла в противоположный заданному вид. Чтобы довести ее до рабочей вязкости в случае чрезмерной густоты, следует добавлять вещество, близкое по свойствам внешней фазе. Так, эмульсию ВМ можно разбавлять олифой, бензином-растворителем, скипидаром. Поэтому эмульсию ВМ называют *маслоразбавимой*. Наоборот, эмульсию МВ можно разбавлять только водой, служащей внешней фазой данной эмульсии. Эмульсию МВ называют *водоразбавимой*. Разбавлять эмульсию до рабочей вязкости следует перед употреблением, так как разведенная эмульсия быстрее расслаивается.

Состав эмульсии ВМ (% по массе): натуральная олифа — 17,5; канибензол — 1,7; животный плиточный клей — 2,8; известковое тесто 50 %-ное — 7; вода — 71.

Способ приготовления. Канибензол приготовляют, растворяя 100 г канифоли в 150 см^3 бензина-растворителя или скипидара. Сначала готовят известковое молоко из расчета 200 г известкового теста на 1 л воды, затем 8 %-ный раствор животного клея. Внешняя фаза эмульсии образуется при перемешивании с канибензолом, а внутренняя — при перемешивании клеевого раствора с известковым молоком. В эмульсатор вливают олифу и при энергичном перемешивании вводят в бачок частями раствор клея. К концу процесса эмульсия начнет густеть, поэтому раствор клея надо добавлять осторожно во избежание разжижения эмульсии, что будет служить признаком ее перехода в эмульсию МВ. Если это случится, в испорченную эмульсию следует добавить олифу и снова активно перемешать.

Если приготовленной таким образом эмульсией развести густотертые масляные краски, доведя предварительно эмульсию до рабочей вязкости бензином-растворителем, и затем окрасить поверхность, то получится полуматовая фактура. Чтобы получить глянцевую фактуру, в эмульсию следует ввести до 20 % олифы, при этом эмульсия будет доведена до рабочей вязкости.

Эмульсию ВМ применяют также в малярных составах для грунтовок, шпатлевок. Она дает самые разнообразные фактуры окрашенной поверхности — от полуматовой до высокоглянцевой.

Состав эмульсии МВ (% по массе): животный клей (10 %-ный раствор) — 88,5; щелочь (сода, поташ) — 2,65; натуральная олифа — 8,85.

Способ приготовления. Для приготовления эмульсии смешивают раствор клея с олифой. Чтобы получить эмульсию МВ, в раствор клея 10-ной концентрации добавляют соду (поташ) или 5...10 г мыла, а затем в этот состав при активном его перемешивании в эмульсаторе вводят небольшими частями олифу до загустения эмульсии.

Эмульсия МВ предназначена для внутренних работ — окрашивания деревянных поверхностей и штукатурки. Однако в некоторых случаях, если использовать казеиновый клей, эмульсию можно применять и для наружных работ.

Приведенные выше составы эмульсий являются общими. В практике малярных работ используют значительное количество различных эмульсий, имеющих определенное назначение и заданные свойства.

Состав водорастворимой эмульсии (% по массе): кислотный казеин — 11,6; бура — 2,86; хозяйственное мыло (40 %-ное) — 0,86; натуральная олифа — 4,52; керосин — 2,16; вода — 78.

Способ приготовления. Сначала приготовляют 8 %-ный раствор мыла, затем казеиновый клей, для чего казеин и буру заливают 60 % воды и подогревают в течение 2...3 ч. При этом казеин распускается и образуется казеиновый клей. В остуженный клей частями добавляют олифу, раствор мыла, керосин и остальную воду. Эмульсию приготовляют в эмульсаторе при постоянном и активном перемешивании. Хорошо приготовленная эмульсия имеет однородный состав белого цвета.

Состав эмульсии для несмываемой краски (% по массе): казеин — 12; бура — 1,15; канифоль – 7,15; пчелиный воск — 0,6; олифа – 7,1; вода — 72.

Способ приготовления. Казеин замачивают в 80 % расчетного количества воды и после набухания добавляют буру. Через несколько часов казеин перейдет в студнеобразное состояние. Отдельно в 20 % воды варят канифоль и воск. После того как канифоль разварится, в нее при непрерывном перемешивании добавляют небольшими порциями аммиак в количестве, достаточном для получения маслянистой жидкости. Готовность состава проверяют на ощупь: аммиак вводят до тех пор, пока жидкость не перестанет отвердевать на пальцах. В приготовленную жидкость добавляют 70 % от расчетного количества олифы, перемешивают и дают остыть, после чего добавляют остальную олифу и смешивают с казеиновым клеем в эмульсаторе.

Из одних и тех же составляющих можно приготовить эмульсии различного назначения. При этом следует иметь в виду, что увеличение количества олифы повышает водостойкость покрытия, воск придает окрашиваемой поверхности матовую фактуру.

Кроме водомасляных применяют *синтетические эмульсии*, изготовляемые на основе полимеров. Наиболее распространены из них поливинилацетатная эмульсия, стиролбутадиеновый латекс, акриловая и алкидная эмульсия и др. Такие эмульсии представляют собой вязкие однородные светлые жидкости. В малярных работах их применяют для приготовления шпатлевок, грунтовок и окрасочных составов.

§ 54. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Определение плотности и вязкости связующего

Цель: определить плотность и вязкость олифы (натуральной или полунатуральной).

Ход работы. *Плотность* жидких материалов определяют ареометром (денсиметром) (рис. 37) — стеклянным прибором, в нижней части которого находится груз (дробь), а в верхней — градуированная шкала. Глубина погружения ареометра в олифу характеризует ее плотность. Плотность жидкостей определяют при температуре + 20 °С.

Для определения плотности олифы применяют ареометр с пределами деления шкалы 0,65...1,00 г/см³. Олифу наливают в прозрачный стеклянный цилиндр вместимостью 250 см³ так, чтобы четвертая часть его объема оставалась свободной, и перемешивают стеклянной палочкой. Ареометр осторожно погружают в олифу. При этом он не должен касаться стенок и дна цилиндра. Отсчет по ареометру берут на уровне низа мениска жидкости. Показание по ареометру, отсчитанное с погрешностью до сотых долей единицы, принимают за плотность жидкости.

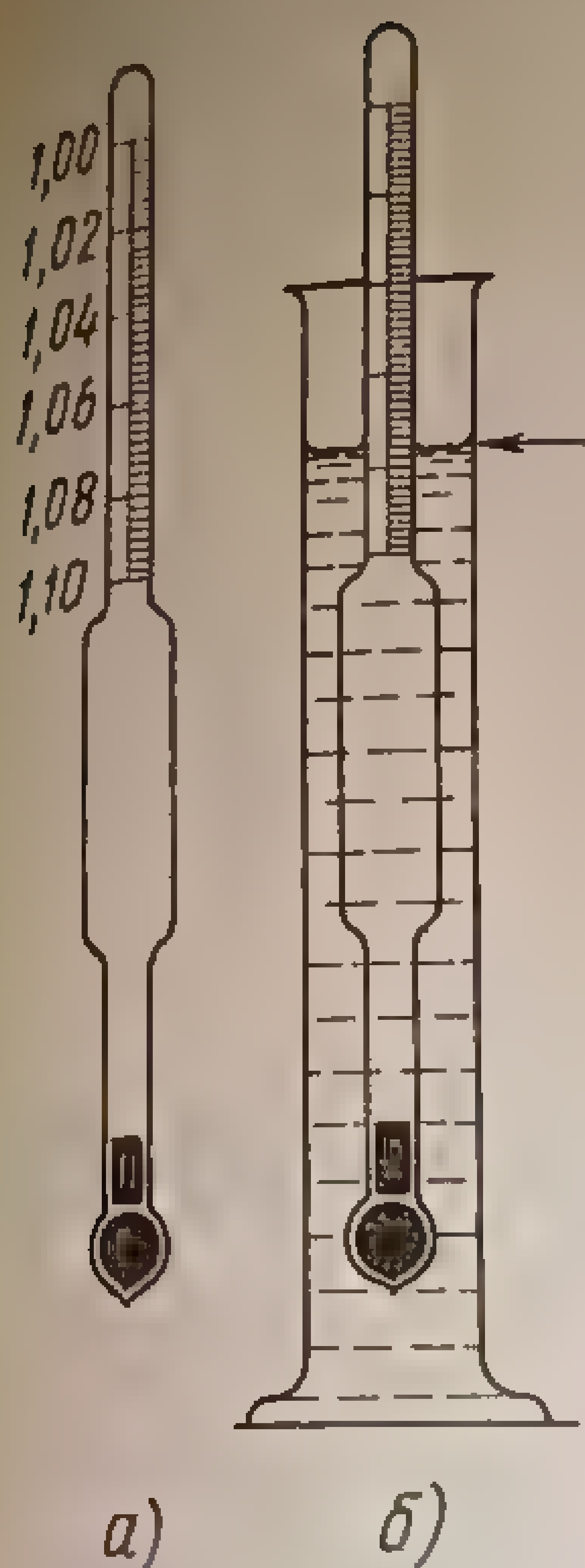


Рис. 37. Ареометр:

а — общий вид, б — прибор в рабочем состоянии

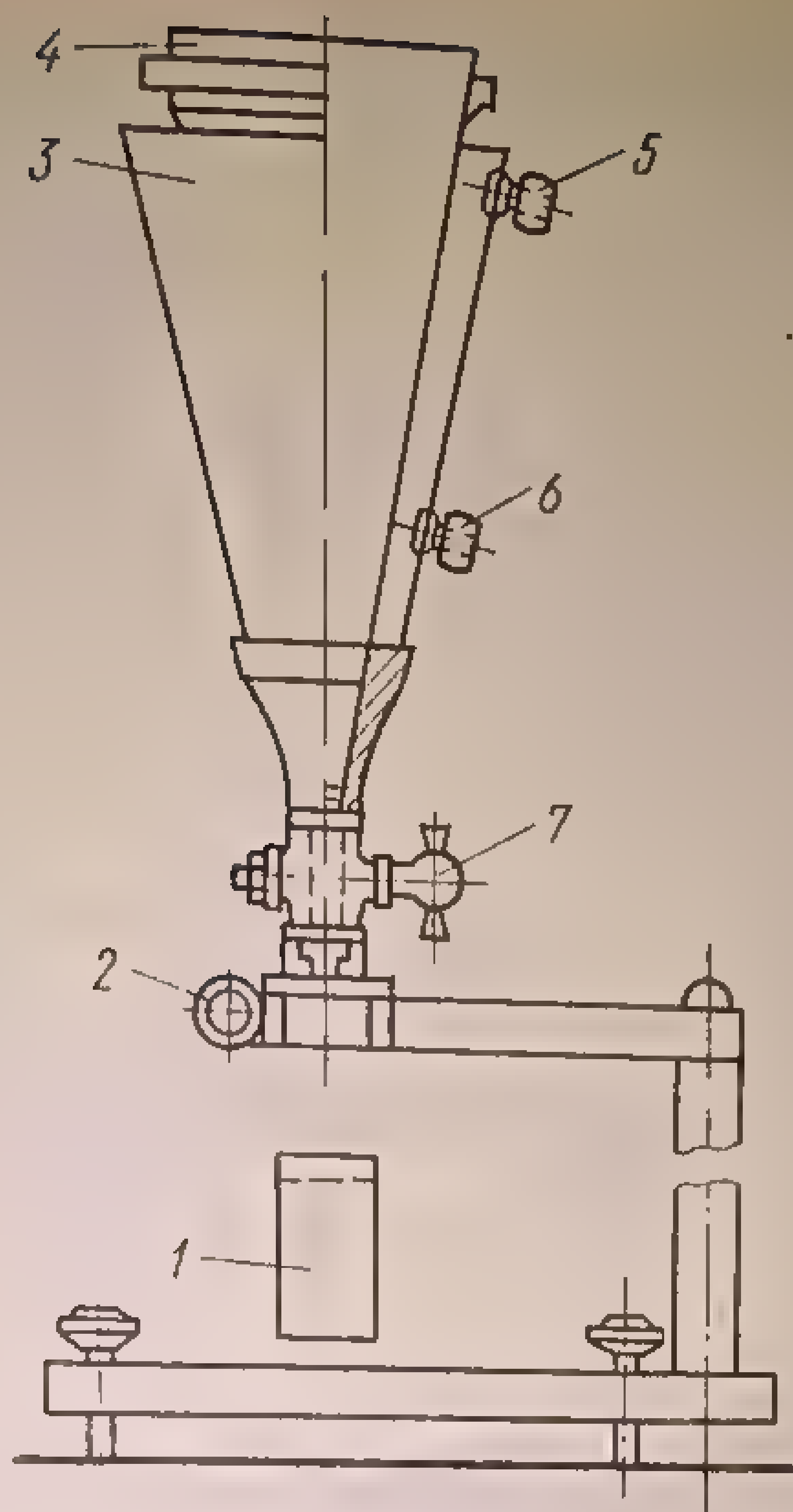


Рис. 38. Воронка НИЛК:

1 — сосуд, 2 — выпускное отверстие, 3 — конус для воды, 4 — воронка для испытуемого материала, 5, 6 — штуцера, 7 — кран

Опыт с новой порцией олифы проделывают два раза. После опытов ареометр насухо вытирают мягкой тканью. Результаты записывают в журнал лабораторных работ по форме:

Вид олифы . . . . . Пределы деления шкалы ареометра . . . . . г/см^3. Первый отсчет по ареометру . . . . . г/см^3, второй отсчет по ареометру . . . . . г/см^3. Плотность олифы: по опыту . . . . . г/см^3, по ГОСТу . . . . . г/см^3.

Вязкость олифы определяют с помощью воронки НИЛК (рис. 38) с диаметром выпускного калиброванного отверстия 7 мм. Воронку *4* до краев заполняют олифой, а конус *3* для воды наполняют водой, нагретой до 20...25 °С. Вода в конусе должна циркулировать в течение всего опыта. Воду подают через штуцер *6* и выпускают через штуцер *5*. Под выпускное отверстие *2* воронки помещают сосуд *1* вместимостью 100 см^3. Как только температура олифы достигнет 20 °С, открывают кран *7* и одновременно пускают секундомер.

Показатель вязкости — время в секундах, необходимое для истечения 100 см^3 олифы. Опыт проводят трижды, за результат принимают среднее арифметическое из трех определений. Результаты записывают в журнал работ по форме:

Вид олифы . . . . . Прибор . . . . . Диаметр калиброванного отверстия . . . мм. Температура материала . . . °С. Время истечения 100 см^3 олифы: 1) . . . . с, 2) . . . с, 3) . . . . с. Вязкость олифы: по опыту . . . . с, по ГОСТу . . . . с.

Ход работ по определению плотности и вязкости связующего описывают в журнале работ, делают краткие выводы и вычерчивают схемы применявшихся приборов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется связующим веществом? 2. В чем состоит принципиальное различие между неорганическими и органическими связующими веществами? 3. Для каких целей применяют в малярных работах портландцемент, белый портландцемент и цветной портландцемент? 4. Сравните свойства и применение костного и мезд-

рового клеев. 5. Что представляет собой казеиновый клей, почему он имеет ограниченное применение? 6. Назовите виды растительных клеев и объясните, почему они редко применяются в малярных работах. 7. Перечислите известные вам синтетические клеи. Расскажите о свойствах клея КМЦ. 8. В чем преимущества синтетических клеев перед животными и растительными клеями? 9. Назовите основные связующие для неводных окрасочных составов. 10. Что называется олифой? 11. Какие виды олиф вы знаете? Чем они отличаются одна от другой? 12. Назовите высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие растительные масла. 13. Расскажите о натуральных олифах и их применении. 14. Охарактерийте полунатуральные олифы. 15. Какие вы знаете синтетические олифы? 16. Назовите известные вам пленкообразующие вещества. 17. Что такое эмульсия; какие виды эмульсий вы знаете? 18. Из каких материалов состоит эмульсия? 19. Как определяют плотность жидких материалов? 20. Как определяют вязкость олифы?

ГЛАВА IX

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАЛЯРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ 55. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Материалы, применяемые для подготовки поверхностей под окраску, — грунтовки, подмазочные пасты и шпатлевки — называют подготовительными. Ассортимент подготовительных материалов, изготовляемых на заводах, довольно ограничен. Эти материалы часто готовят непосредственно на рабочих местах и в специальных краскозаготовительных цехах — приобъектных, централизованных или передвижных малярных станциях. В цехах и станциях составы готовят механизированным способом с применением соответствующих машин, механизмов и специального оборудования.

Грунтовки. При подготовке поверхностей под окраску сначала используют грунтовки, а также составы для проолифки поверхностей.

Грунтовки — это составы, в которые входят пигменты, наполнители и связующие, отличающиеся от окрасочных составов меньшим содержанием пигментов. Назначение грунтовки — выровнять «тянущую» способность поверхности, сделать одинаковой ее пористость, усилить сцепление окрасочного слоя с окрашиваемой поверхностью. Кроме того, они защищают металл от коррозии, выявляют текстуру древесины, перекрывают поры материала, выравнивают и создают однородную поверхность перед окраской. Высушенную загрунтованную поверхность покрывают краской или лаком.

Известковые грунтовки применяют при известковых окрасках по штукатурке, бетону и кирпичу как для наружных, так и для внутренних работ.

Состав известковой грунтовки с поваренной солью: известковое тесто (50 %-ное) — 2,5 кг; поваренная соль — 0,1 кг; вода — до 10 л.

Способ приготовления. Известковое тесто разбавляют 5 л воды и вводят в этот раствор поваренную соль, предварительно растворенную в кипящей воде. Затем при постоянном перемешивании добавляют воду до 10 л и процеживают готовый состав через сетку № 02, имеющую 980 отв/см². Вместо поваренной соли можно взять 0,2 кг сульфата алюминия или алюмокалиевых квасцов.

Для клеевых окрасок приготовляют грунтовку квасцовую или медно-купоросную.

Состав квасцовой грунтовки (кг): алюмокалиевые квасцы — 0,25; хозяйственное мыло (40 %-ное) — 0,25; малярный сухой клей — 0,20; натуральная олифа — 0,03; мел — 3,5; вода — до 10 л.

Способ приготовления. Квасцы растворяют отдельно в 1 л горячей воды. Приготовляют 10 %-ный раствор клея. В подогретый клеевой раствор при энергичном перемешивании вводят мыло, а затем олифу, стремясь раздробить ее и получить таким образом эмульсию. Затем вливают приготовленный ранее раствор квасцов, после чего, добавив некоторое количество воды, в состав вводят мел и снова добавляют воду до объема 10 л. Если вместо квасцов применить медный купорос (0,25 кг), получится медно-купоросная грунтовка, которую приготовляют и хранят только в деревянной таре, так как сталь быстро ржавеет от действия медного купороса.

Для закрепления ранее окрашенных поверхностей применяют медно-купоросную жидкую грунтовку, называемую «травянкой». С помощью этой грунтовки удается так «протравить» загрязненные поверхности, что они не требуют дополнительной обработки, если, конечно, старые набелы достаточно тонки и прочны, чтобы их можно было окрашивать не счищая.

Состав медно-купоросной грунтовки (кг): медный купорос — 0,2...0,3; животный клей (плиточный) – 0,2; хозяйственное мыло (40 %-ное) — 0,25; вода — до 10 л.

Способ приготовления. Сначала приготовляют 10 %-ный раствор клея, затем смешивают его с предварительно растворенным мылом. Отдельно растворяют купорос и вливают его в смесь клея с мылом. Воду добавляют до 10 л, и все тщательно перемешивают.

Все купоросные грунтовки, а также квасцовую как заменитель купоросной применяют для внутренних работ по штукатурке и бетону под клеевые и силикатные краски при условии использования щелочестойких пигментов. Для внутренних работ по штукатурке и бетону иногда применяют мыльно-клеевую грунтовку под клеевые и силикатные краски, причем эта грунтовка допускает окрашивание составами, содержащими любой пигмент.

Состав мыльно-клеевой грунтовки (кг): хозяйственное мыло (40 %-ное) — 0,4; малярный клей (галерта) — 0,4; натуральная олифа — 0,2; вода — до 10 л.

При окраске силикатными красками грунтовку приготовляют на основе жидкого стекла.

Состав силикатной грунтовки: мел — 1 кг, раствор жидкого стекла плотностью 1,12 г/см^3 — 10 л.

Плотность жидкого стекла проверяют ареометром. Вводят мел, и состав тщательно перемешивают до полного исчезновения комков.

Оштукатуренные, деревянные, а также металлические поверхности проолифливают масляным составом.

Состав масляный для проолифки (% по массе): натуральная олифа — 83,4, пигмент (для подцвечивания) — 8,3; растворитель (скипидар, бензин-растворитель, каменноугольный сольвент) — 8,3.

В олифу вводят пигмент, тщательно перемешивают состав и пропускают через сетку, имеющую 980 отв/см^2. Для ручной проолифки растворитель в состав не вводят.

Грунтовку под масляную окраску производят той же масляной краской, но разбавленной олифой.

Состав масляной грунтовки (% по массе): натуральная олифа — 47,6; густотертая масляная краска — 47,6; растворитель (скипидар, бензин-растворитель) — 4,8.

Количество густотертой краски зависит от маслоемкости пигмента. Поэтому ее берут столько, сколько нужно для того, чтобы грунтовка была только подцвечена в нужный тон. Растворитель вводят в том случае, если грунтовку наносят механизированным способом. При работе кистью растворитель не применяют.

Состав масляно-эмульсионной грунтовки (% по массе): натуральная олифа — 18; животный плиточный клей — 4,45; известковое тесто (50 %-ное) — 0,15; растворитель — 14,4; густотертая масляная краска — 18; вода — 45.

Способ приготовления. Отдельно приготовляют 10 %-ный раствор клея и известковое молоко из расчета 200 г теста на 1 л воды и смешивают их. Затем эмульсию приготовляют обычным способом. Грунтовку применяют для разбавления густотертых красок.

Помимо перечисленных грунтовок промышленность выпускает другие составы, применяемые в качестве грунтовок под определенные окрасочные покрытия и по определенным поверхностям.

Грунтовка ПФ-020 — суспензия пигментов и наполнителя в алкидном лаке с добавлением растворителей, сиккатива и стабилизатора. Предназначена для грунтования металлических и деревянных поверхностей. Грунтовку наносят на поверхность кистью, распылением, окунанием и обливом. Перед нанесением грунтовку разбавляют до рабочей вязкости сольвентом, ксилолом или смесью одного из указанных растворителей с бензином-растворителем в соотношении 1:1. Цвет грунтовки красно-коричневый и под слоновую кость. После высыхания пленка имеет матовый или полуглянцевый вид. Вязкость грунтовки по ВЗ-4 при температуре 20 °С не менее 45 с. Время полного высыхания при температуре (105 ± 5) °С не более 25 мин. Грунтовка пожароопасна и токсична.

Грунтовка ФЛ-ОЗК, ФЛ-ОЗЖ (ГОСТ 9109—81*) — суспензии пигментов и наполнителей в лаке на основе синтетических фенолоформальдегидных смол с добавлением растительных масел и растворителей. Предназначены для грунтования металлических и деревянных поверхностей; наносят грунтовки кистью или методами распыления. Перед применением в грунтовки добавляют сиккатив НФ-1 или ЖК-1 не более 4 % от массы грунтовки и разбавляют до рабочей вязкости ксилолом, сольвентом или смесью одного из них с бензином-растворителем в соотношении 1:1. Цвет пленки коричневый (ФЛ-ОЗК) и желто-зеленый (ФЛ-ОЗЖ). При температуре 20 °С вязкость по ВЗ-4 может быть не менее 40 с. После высыхания грунтовки дают матовые и полуглянцевые пленки, устойчивые к изменению температуры от — 60 до + 100°С. Грунтовки пожароопасны и токсичны.

При подготовке поверхностей к окраске или оклейке обоями рекомендуются грунтовки, не содержащие олифы (ГОСТ 22753—77), следующих составов, мас. ч.:

поливинилацетатная: дисперсия ПВА — 25; вода — 100;
латексная: латекс СКС-65ГП — 25; вода — 100.

Готовую к употреблению ПВАД или латекс разбавляют водой и перемешивают до однородного состояния.

Подмазочные пасты. Применяют для заделки мелких выбоин, неровностей и трещин на окрашиваемых поверхностях. Они отличаются от шпатлевок тем, что не дают усадки (незначительная усадка для шпатлевок допускается) и обладают повышенной адгезией.

При известковой окраске применяют гипсомеловую подмазочную пасту.

Состав гипсомеловой подмазочной пасты (% по массе): гипсовое вяжущее — 33,3; мел — 66,7; водно-клеевой 2 %-ный раствор — до рабочей вязкости.

При клеевой окраске подмазочная паста должна иметь следующий состав.

Состав клеевой подмазочной пасты (% по объему): животный клей (10 %-ный раствор) — 13; квасцовая или купоросная грунтовка — 87; смесь гипсового вяжущего (1 мас. ч.) и мела (2 мас. ч.) — до рабочей вязкости.

Способ приготовления. В грунтовку вводят раствор клея, затем добавляют смесь гипсового вяжущего и мела, перемешивая и доводя пасту до рабочей вязкости. После перемешивания пасту пропускают через краскотерку.

При лаковых и масляных окрасках для выравнивания поверхностей используют подмазки следующего состава.

Состав лаковой и масляной подмазки (% по массе): шпатлевочный лак (для лаковой подмазки) или натуральная олифа (для масляной подмазки) — 91; животный плиточный клей — 0,9; вода — 8,1; мел — до рабочей вязкости.

Способ приготовления. Сначала приготовляют 10 %-ный раствор клея, который при помешивании вводят в лак или олифу, и тщательно перемешивают до образования однородной массы, затем добавляют мел, доводя состав до рабочей вязкости.

Шпатлевки. Это густые вязкие смеси, состоящие из пигментов и наполнителей в связующем веществе. Шпатлевки служат для заполнения неровностей и исправления дефектов окрашиваемой поверхности. Их приготовляют централизованно или в колерных мастерских применительно к окрасочным составам, которыми предполагают окрашивать поверхности. Шпатлевки наносят на поверхности шпателем или после доведения их до рабочей вязкости — краскораспылителем. После высыхания они образуют ровные, однородные, без трещин, пузырей и механических включений поверхности.

При клеевой окраске шпатлевки готовят на животном и растительном клеях. Все шпатлевки, как и подмазочные пасты, обязательно перетирают на жерновых краскотерках.

Состав клеевой шпатлевки: животный клей (10 %-ный раствор) — 10 л; натуральная олифа — 0,25 кг; скипидар — 0,25 кг; хозяйственное мыло (40 %-ное) — 0,25 кг; мел — до рабочей вязкости.

Способ приготовления. В раствор клея вводят поочередно олифу, скипидар и раствор мыла, тщательно все перемешивают до образования эмульсии, а затем добавляют мел до рабочей вязкости.

Состав масляной шпатлевки (% по массе): олифа оксоль — 18; животный плиточный клей — 2; вода — 8; хозяйственное мыло (40 %-ное) — 0,8; сиккатив или скипидар — 0,8; мел — 70,4.

Способ приготовления. В олифу вводят сиккатив или скипидар, затем 10 %-ный раствор клея и мыло, тщательно перемешивают до образования эмульсии и добавляют мел. Эта шпатлевка предназначена для работы вручную.

Состав масляно-эмульсионной шпатлевки (% по массе): натуральная олифа — 15,3; животный клей (10...15 %-ный раствор) — 77; растворитель — 7,7; мел — до рабочей вязкости.

Способ приготовления. В раствор клея вливают олифу, и смесь перемешивают в эмульсаторе. В полученную эмульсию вводят растворитель до получения состава, по вязкости напоминающего олифу, после чего добавляют мел, доводя состав до рабочей вязкости. Шпатлевка предназначена как для механизированного, так и для ручного нанесения. В последнем случае количество мела примерно удваивают при доведении шпатлевки до рабочей вязкости.

Все приведенные выше составы грунтовок и шпатлевок следует считать примерными, так как имеющиеся материалы могут по показателям свойств отличаться от тех, которые применялись при разработке составов. Это относится к вязкости известкового теста, влажности мела, дисперсности тех или иных пигментов и наполнителей. Если при изготовлении грунтовки или шпатлевки окажется, что состав не удовлетворяет необходимым требованиям, следует в него внести соответствующие поправки: добавить или уменьшить количество мела, воды, олифы, мыла. Иногда грунтовку нужно сделать более крепкой, иногда более слабой в зависимости от тянущей способности поверхности, подлежащей огрунтовке. В масляную шпатлевку можно добавить немного сиккатива, чтобы она скорее высыхала.

Хорошая шпатлевка должна легко разравниваться, прочно прилипать к поверхности, не давать усадки и трещин после высыхания. Все это зависит от качества составляющих и достигается соответствующим соотношением компонентов в составе.

Жидкую шпатлевку можно исправить, добавляя в нее мел. Однако густую шпатлевку трудно наносить на поверхность. Можно поэтому в клеевую шпатлевку добавить олифу, а в масляную — клеевой раствор, иными словами, добавить в шпатлевку материал внутренней фазы эмульсии. Это увеличивает вязкость эмульсии, являющейся основанием шпатлевки, и повышает вязкость последней. При этом шпатлевка остается рыхлой и легкой в работе. Однако этим приемом следует пользоваться осторожно, так как при недостатке мела шпатлевка дает большую усадку; работа, выполненная такой шпатлевкой, будет испорчена.

Лакокрасочная промышленность выпускает разнообразные г о т о в ы е ш п а т л е в к и (ГОСТ 10277—76*), приведенные ниже.

ПФ-002 красно-коричневая и КФ-003 красная — смеси пигментов, наполнителей и соответствующего марке шпатлевки лака (пентафталевого и масляного) с введением добавок (органического растворителя, сиккатива и др.) или без них. Предназначены для выравнивания и исправления дефектов загрунтованных металлических и деревянных поверхностей. До рабочей вязкости их доводят бензином-растворителем, скипидаром или смесью бензина-растворителя с сольвентом в соотношении 1:1. Шпатлевки не стекают с вертикальной поверхности; высыхают до степени 3 при температуре (20±2) °С за 24 ч.

ХВ-004 зеленая и ХВ-005 серая — смеси пигментов, наполнителей и раствора поливинилхлоридной хлорированной смолы в органических растворителях с добавлением пластификатора. Назначение такое же, как ПФ-002 и КФ-003. До рабочей вязкости шпатлевки доводят растворителем Р-4 и Р-5. Высыхают до степени 3 при температуре (20±2) °С соответственно за 2 и 2,5 ч.

ЭП-0010 и ЭП-0020 красно-коричневые — шпатлевочные пасты, представляющие собой суспензии пигментов, наполнителей и пластификаторов в растворе эпоксидной смолы в органических растворителях, с добавлением отвердителя № 1 (50 %-ный раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте). В шпатлевку марки ЭП-0010 вместо отвердителя № 1 можно добавлять отвердитель ДЭТА (диэтилентриамин). Обе шпатлевки изготовляют в виде полуфабрикатов — шпатлевочной пасты и отвердителя и поставляют комплектно. Применяют для выравнивания загрунтованных и незагрунтованных металлических поверхностей, а также в качестве грунтовок под эпоксидные материалы. Перед применением этих шпатлевок в шпатлевочную пасту вводят отвердитель № 1 из расчета 8,5 мас. ч. отвердителя на 100 мас. ч. пасты. При отверждении шпатлевки ЭП-0010 диэтилентриамином на 100 мас. ч. пасты вводят 3 мас. ч. ДЭТА. До рабочей вязкости шпатлевки доводят растворителем Р-4 или Р-5. Время высыхания до степени 3 при температуре (20 ± 2) °С — не более 24 ч. При нанесении шпателем жизнеспособность шпатлевок при (20 ± 2) °С — не менее 1,5 ч, при нанесении краскораспылителем — не менее 6 ч.

Все перечисленные выше шпатлевки после высыхания шлифуют водостойкой шлифовальной шкуркой № 4...6 с водой. Шпатлевки токсичны и пожароопасны. При испытании и применении шпатлевок следует строго соблюдать правила промышленной санитарии и пожарной безопасности.

§ 56. МАСТИЧНЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ СОСТАВЫ

Основой таких составов служит жидкая пластичная безусадочная шпатлевка, которая легко перемешивается вручную. Мастичные составы не растекаются и не опадают до полного высыхания, их применяют для ф а к т у р н о й о т д е л к и поверхностей.

Мастичный состав для фактурной отделки (% по массе): тонкомолотый мел — 40; наполнитель (гипсовое вяжущее, ангидрит, мраморная мука) — 40; казеиновый клей 10 %-ный — 20.

Способ приготовления. Мел и наполнитель смешивают и затворяют казеиновым клеем. Пластичность состава регулируют небольшой добавкой масляного лака, а загущивают его 10 %-ным раствором квасцов.

Офактуренную поверхность окрашивают лессировочными или корпусными окрасочными составами. Для приготовления лессировочного состава тертые краски разводят смесью из 1 мас. ч. олифы, 2 мас. ч. скипидара или бензина-растворителя и 0,1 мас. ч. сиккатива.

Фактурную отделку по очищенной от набелов и обоев старой штукатурке и по сухой новой штукатурке выполняют мастичным составом.

Мастичный состав для отделочного слоя (% по массе): тонкомолотый мел — 60; асбестовое волокно 6-й или 7-й группы — 30; казеиновый клей или декстрин — 10; вода — до рабочей вязкости.

Для отделки поверхностей железобетонных панелей, стен, перекрытий, лестничных маршей и площадок применяют мастичный гипсополимерцементный состав ГПЦ.

Гипсополимерцементный состав ГПЦ (% по массе): дисперсия ПВА 50%-ная, пластифицированная дибутилфталатом, - 4,8; клеевой или известково-клеевой замедлитель - 0,3; гипсоцементно-пуццолановое вяжущее — 59,5; вода – 34,5.

Способ приготовления. Непосредственно перед употреблением состав процеживают через сетку, имеющую около 100 отв/см^2.

Л е в к а с — полужидкий меловой состав, применяемый для подготовки под окрашивание главным образом рельефных поверхностей из различных материалов. Наносят состав кистью, после чего поверхность шлифуют. Некоторые составы левкаса применяют при золочении поверхностей. Для подготовки под окраску древесины, бетона, штукатурки и металла применяют левкас, приготовленный по следующему составу.

Состав левкаса (% по массе): кислотный казеин — 7,5; глицерин — 1,75; аммиак (24%-ный водный раствор) — 0,75; вода — 30; мел — 60.

Способ приготовления. Казеин замачивают и распускают в воде, затем в него вводят глицерин и аммиак, смесь перемешивают до получения эмульсии и добавляют мел, доводя состав до рабочей вязкости.

Мастичные составы различной консистенции — от легко текучей до пастообразной — дают возможность получить разнообразные виды декоративно-защитных покрытий высокой долговечности при значительном сокращении операций по подготовке поверхностей под отделку. Офактуривающие составы изофас, виапласт, дефас изготовляют на полимерных связующих или готовых красках и таких наполнителях, как мел, перлит, асбест, маршаллит, полимерные порошки, крошка. На стройку эти составы поступают в готовом для употребления виде в бидонах, бочках. На загрунтованную поверхность их наносят шпателями, валиками, макловицами и маховыми кистями.

Состав изофас (% по массе): краска изопреновая СКИ-3—60; мел сепарированный — 35; перлит мелкий — 5.

Под изофас поверхность грунтуют краской СКИ-3, разбавленной уайт-спиритом до вязкости (по ВЗ-4) 35...40 с. Состав применяют по любым поверхностям фасадов и интерьеров зданий.

Состав виапласт (% по массе): винилтолуолакриловый сополимер — 17; аэросил — 0,45; уайт-спирит — 15,9; лецитин — 0,05; диоксид титана пигментный — 9,7, перлит — 2,9; мел — 23,1; маршаллит — 30,9. Цвет составу сообщают введением пигментов.

Под виапласт поверхность грунтуют краской «Виана», разбавленной уайт-спиритом до вязкости (по ВЗ-4) 35...40с. Состав наносят

по сухому грунту. Вязкость акриловой краски «Виана» (по ВЗ-4) — не менее 60 с; время полного высыхания — 24 ч.

Состав дефас (% по массе): краска водоэмульсионная поливинилацетатная Э-ВА-17—35...40, нормальный песок вольского месторождения — 35...40; маршаллит — 20...30.

Состав дефас можно наносить по горячим (до 40 °С) и холодным поверхностям. Готовят состав в лопастном смесителе, загружая туда последовательно краску Э-ВА-17, сухой просеянный маршаллит и песок. Готовый состав затаривают в металлические бидоны. Грунтом под дефас служит краска Э-ВА-17, разведенная водой до вязкости (по ВЗ-4) 15 с для горячих и 40 с для холодных поверхностей. Состав наносят по сухому грунту меховым валиком или с помощью установки СО-21А. Высыхает состав на горячих поверхностях 2 ч, на холодных — 4 ч. Покрытия из состава дефас высоко атмосферо-, морозо- и водостойки. Состав пригоден для наружных и внутренних работ.

§ 57. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Разнообразные жидкие и твердые вещества, применяемые для придания основным лакокрасочным материалам необходимых малярно-технических свойств, называют вспомогательными материалами. Это разбавители, растворители, отвердители, пластификаторы, купоросы, сода, кислота и ряд других материалов.

Разбавители — жидкие лакокрасочные материалы — предназначены для разбавления густотертых или разведения сухих неорганических красок. Разбавители в отличие от растворителей содержат пленкообразующие вещества в количестве, необходимом для получения качественного лакокрасочного покрытия. К ним относятся олифы, реже — высыхающие растительные масла, лаки, смолы, полимеры, эмульсии. Почти все они рассмотрены в гл. VIII.

Растворители — жидкости, применяемые для доведения малярных составов до рабочей вязкости, мытья посуды, кистей, инструментов и механизмов после работы неводными составами. К растворителям относятся скипидар, уайт-спирит, каменноугольный сольвент, ксилол, ацетон, спирт и др. Самый распространенный растворитель неорганических (цементных, известковых) и органических (клеевых, эмульсионных) соединений — вода.

Летучесть растворителей влияет на время высыхания лакокрасочных составов, содержащих эти растворители. Чтобы определить летучесть растворителя, две-три капли испытуемой жидкости наносят на фильтровальную бумагу и сравнивают с временем испарения ацетона и ксилола. Время отсчитывают по секундомеру до момента исчезновения сырого пятна.

Живичный скипидар (ГОСТ 1571—82), или терпентинное масло, — продукт переработки сосновой живицы (смолы). Прозрачная бесцветная, летучая жидкость с характерным запахом, без осадка и воды. Выпускают высшего, 1-го и 2-го сортов. Кипит при температуре 153...160 °С, плотность при температуре 20 °С — 0,855...

[illegible] Скипидар — наиболее дорогой растворитель; его основное назначение — разведение алкидных, алкидно-стирольных и других синтетических лаков и красок, а также ускорение высыхания составов. Пригоден для внутренних отделочных работ. Легко воспламеняется, взрывоопасен, раздражает кожу, глаза и дыхательные пути.

Бензин-растворитель для лакокрасочной промышленности (уайт-спирит) (ГОСТ 3134—78*) — высококипящий бензин узкого фракционного состава. Бензин-растворитель — бесцветная жидкость с характерным запахом керосина, прозрачна, без взвешенных и осевших на дно сосуда посторонних примесей, в том числе воды; плотность не более 0,790 г/см³. Растворяющие свойства уайт-спирита несколько ниже, чем у скипидара. Токсичен, недорогой. Применяют для разведения густотертых масляных красок, загустевших лаков, для изготовления олиф и колеров, дающих матовую поверхность, для мытья посуды, кистей, машин.

Растворители 645, 646, 648 для лакокрасочных материалов (ГОСТ 18188—72*) — смесь летучих органических жидкостей: ароматических углеводородов, кетонов, эфиров и спиртов. По внешнему виду однородные бесцветные или слегка желтоватые прозрачные жидкости без видимых взвешенных частиц. Растворитель 645 применяют в качестве разбавителя нитроэмалей, нитролаков, нитрошпатлевок специального назначения, перхлорвиниловых эмалей и грунтовок. Растворителем 646 разбавляют нитроэмали, нитролаки, нитрошпатлевки общего назначения, а также эпоксидные эмали. Растворитель 648 служит для сглаживания штрихов и царапин после шлифования нитролаковой пленки путем опрыскивания отшлифованной поверхности. Растворители 645, 646, 648 токсичны, легко воспламеняются.

Растворители марок Р-4, Р-4А, Р-5А, Р-12, Р-24 для лакокрасочных материалов (ГОСТ 7827—74*) — смеси летучих органических растворителей: сложных эфиров, кетонов, ароматических углеводородов. По внешнему виду — бесцветные или слегка желтоватые однородные прозрачные жидкости с характерным запахом; токсичны и легко воспламеняются. Предназначены для разбавления перхлорвиниловых, эпоксидных, полиакриловых и других лакокрасочных материалов. При применении их следует строго соблюдать правила техники безопасности.

Технический ацетон CH_3COCH_3 (ГОСТ 2768-84*) — легко воспламеняющаяся прозрачная бесцветная жидкость с характерным запахом, плотностью 0,789...0,792 г/см³; кипит при температуре 56,2 °С. Ацетон хорошо смешивается с водой, спиртом и эфиром. Применяют ацетон в качестве растворителя, а также для мытья кистей, машин и посуды как самостоятельно, так и в смеси с другими растворителями.

Каменноугольный ксилол C_8H_{10} (ГОСТ 9949-76*) — прозрачная жидкость плотностью 0,86...0,866 г/см³ без взвешенных частиц и капелек воды. Получают в процессе переработки каменноугольного сырого бензола. Используют в качестве растворителя в про-

…ителе лаков, красок, эмалей, а также разбавителя битумных …ол и кузбасслака. Легко воспламеняется, токсичен.

Смывки применяют для удаления отвердевших окрасочных пленок, что часто делают при ремонте зданий и сооружений.

Специальная смывка СД(сп) — смесь органических растворителей, по внешнему виду однородная прозрачная жидкость без видимых механических примесей. Предназначена для удаления старых масляных и лаковых покрытий с металлических деталей. Смывающее действие проявляется в набухании и сморщивании лаковой пленки, которые наступают не позднее чем через 3 мин после нанесения. Расход смывки для удаления масляных лаков не более 170 г/м^2.

Смывка АФТ-1 — раствор нитрата целлюлозы или этилцеллюлозы и парафина в смеси с ацетоном, формальгликолем и толуолом. Предназначена для снятия старых лакокрасочных покрытий — масляных и на основе нитрата целлюлозы. Через 20 мин после нанесения смывки кистью или краскораспылителем наступает смывающее действие, проявляющееся в набухании, сморщивании или размягчении лакокрасочного покрытия.

Смывка СП-7 для широкого потребления — смесь активных органических растворителей, загустителей и разрыхлителя. По внешнему виду однородная эмульсия белого цвета, вязкость по вискозиметру ВЗ-1 при температуре 20 °С — не менее 22 с. Расход смывки для удаления старых лакокрасочных покрытий 150 г/м^2. Разрыхление или вспучивание старого покрытия наступает через 10 мин после нанесения смывки. При выполнении работы вручную необходимо пользоваться фильтрующим противогазом.

Сиккативы — порошки и жидкие вещества, добавляемые к масляным лакам и краскам для ускорения высыхания (отвердевания). В качестве сиккативов применяют соли жирных смоляных и нафтеновых кислот ряда материалов, из которых наиболее часто применяют кобальт, марганец, свинец и цинк. Сиккативы применяют также в качестве добавок при изготовлении олиф.

Нафтенатные жидкие сиккативы (ГОСТ 1003-73*) — прозрачные растворы в органическом растворителе солей тяжелых металлов синтетических или дистиллированных нафтеновых кислот. Сиккативы выпускают марок: НФ-1 (нафтенат свинцово-марганцевый), НФ-2 (нефтенат свинца), НФ-3 (нафтенат марганца), НФ-4 и НФ-5 (нафтенаты кобальта), НФ-6 (нафтенат кальция), НФ-7 (нафтенат цинка) и НФ-8 (нафтенат железа). Совмещаются с льняным маслом без помутнения и образования осадка. Плотность при (20 ± 2) °С — 0,85...1,16 г/см^3. Взрывоопасны и токсичны.

Сиккативы применяют в качестве добавок для ускорения высыхания олиф, масляных лаков, эмалевых и масляных красок. Следует иметь в виду, что сиккатив сокращает срок службы окрасочной пленки, которая при избытке его теряет эластичность и быстрее разрушается. Кроме того, при излишнем количестве сиккатива скорость высыхания олиф и красок может замедлиться и окраска будет испорчена.

Воски — жироподобные вещества, состоящие из сложных эфиров высших жирных кислот и высокомолекулярных (обычно одноатомных) спиртов. Это пластичные, аморфные вещества, при нагревании легко размягчающиеся и плавящиеся при температуре 40–90 °С. По физико-химическим свойствам напоминают жиры, стойки к действию различных реагентов, сохраняются долгие годы без изменения.

По происхождению различают воски животные, растительные, ископаемые и синтетические.

К *животным воскам* относятся: пчелиный (ГОСТ 21179–75*), шерстяной (получают при промывке овечьей шерсти) и спермацет (добывают из жира кашалота).

Растительными восками являются: карнаубский (выделяется листьями бразильской пальмы), канделильский, пальмовый и др.

К *ископаемым воскам* относятся: церезин (ГОСТ 2488–79*), получаемый очисткой озокерита, и монтанный, выделяемый из торфа или бурого угля.

Синтетические воски получают гидрированием оксида углерода или из низкомолекулярных полиолефинов (например, полиэтилена). Воски и воскоподобные вещества (церезин, парафин) в виде восковых эмульсий применяют при изготовлении матовых масляно-восковых красок и казеиновосковых эмульсионных составов.

Нефтяные твердые парафины (ГОСТ 23683–79*) — смесь твердых предельных углеводородов, получают из дистиллятного сырья. По внешнему виду кристаллическая масса белого цвета с желтоватым или коричневатым оттенком. По степени очистки подразделяются на *высокоочищенные* (П-1, П-2, П-3), *очищенные* (Т и С), *неочищенные* (Нс и Нб). Внешне парафины похожи на воск, но почти бесцветны. Температура плавления 42...62 °С; запах отсутствует. Парафины горят, пожароопасны. Стойки к действию щелочей и кислот, нерастворимы в воде, но растворяются в органических растворителях. Наибольшую ценность имеют тугоплавкие сорта парафина, которые служат заменителем воска.

Медный купорос (ГОСТ 19347—84) — сульфат меди $CuSO_4 \times 5H_2O$ в виде кристаллов светло-синего или голубого цвета. Выпускают двух марок: А — для всех потребителей и Б — специально для предприятий синтетического волокна. Купорос марки А по физико-химическим показателям делят на высший и 1-й сорта. Медный купорос среднетоксичен, поэтому при работе с ним следует соблюдать правила техники безопасности. Применяют для приготовления грунтовок под клеевые окраски и некоторых неорганических красок.

Грунтовки на медном купоросе незаменимы при ремонтных работах в загрязненных помещениях, при подготовке поверхностей под окрашивание. Для хранения купороса и приготовления малярных составов, включающих в себя медный купорос, используют деревянную тару, так как с металлами он активно взаимодействует. Купоросные составы не разрешается наносить механизмами, так как стальные части машин от этого будут испорчены. По этой

...а также из-за его дефицитности купорос все реже применяется при производстве малярных работ в строительстве.

Алюмокалиевые квасцы (ГОСТ 15028—77*) — двойная соль серной кислоты и металлов калия и алюминия; бесцветные кристаллы или белый порошок; растворяются в воде без остатка; при нагревании рассыпаются в порошок (жженые квасцы); умеренно токсичны; пожаро- и взрывобезопасны. Используют для приготовления грунтовок под клеевую окраску вместо медного и железного купоросов, для загущения казеиновых составов и для увеличения прочности известковых и клеевых колеров.

Кристаллическая сода $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ и **кальцинированная** Na_2CO_3 (ГОСТ 5100—85) — карбонаты натрия. По внешнему виду — мелкокристаллический белый порошок. Применяют для растворения казеина, в качестве эмульгатора при приготовлении эмульсий, а также для промывки поверхностей и стекол.

Соляная техническая кислота HCl (хлороводород) — раствор хлористого водорода в воде. По внешнему виду бесцветная или желтоватая жидкость, выделяющая пары, видимые глазом. Требует осторожного обращения и защиты органов дыхания, зрения и кожи. Применяют для промывки прежде окрашенных поверхностей, для растворения ржавчины и старых набелов, сделанных водными составами. От кислоты мел вспучивается, после чего его можно счищать скребком.

Хозяйственное твердое мыло выпускают различных сортов; лучший сорт содержит до 72 % жирных кислот. Используют при составлении эмульсий, грунтовок, шпатлевок, для промывки загрязненных поверхностей, мытья кистей и посуды.

Техническое жидкое мыло содержит менее 40 % жирных кислот. В жидком мыле допускается примесь нафтеновых и канифольных кислот. По внешнему виду — жидкая коричневато-желтая паста. Применяют для тех же целей, что и хозяйственное мыло.

Природная пемза — изверженная горная порода, очень пористый твердый стекловидный камень. Качество пемзы зависит от однородности ее состава. Твердые и крупные песчинки, попадающиеся в пемзе, царапают шлифуемую поверхность, что снижает качество работ. Пемзу применяют для сухого и мокрого шлифования прошпатлеванных и окрашенных поверхностей.

Искусственную пемзу изготовляют из песка или молотой пемзы. В зависимости от крупности частиц ее делят на крупно- и мелкозернистую; заменяет природную пемзу.

Шлифовальная шкурка — рулонный или листовой материал с абразивным слоем, закрепленным прочным клеем. Основой шкурки служат бумага, влагопрочное бумажное полотно, ткань, специально подготовленное тканевое полотно. Для абразивного слоя используют электрокорунд, монокорунд, карбид кремния, гранат, кремень, стекло и пр. Шкурку используют для прочистки и шлифования поверхностей, подлежащих окраске.

В малярных работах применяют следующие шлифовальные шкурки: бумажную (ГОСТ 6456—82*), бумажную водостойкую

(ГОСТ 10054—82*), тканевую (ГОСТ 5009—82*), тканевую водостойкую (ГОСТ 13344—79*).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды грунтовок вы знаете? 2. Расскажите о приготовлении и применении грунтовок. 3. Какие виды шпатлевок вы знаете? 4. Расскажите о приготовлении и применении шпатлевок. 5. Назовите шпатлевки заводского изготовления. 6. Что называется мастичным составом? 7. Каково назначение мастичных составов? 8. Что такое левкас и в каких случаях его применяют? 9. Что такое подмазочная паста? 10. Кратко расскажите об известных вам растворителях. 11. Что такое скипидар и уайт-спирит? 12. Из каких материалов состоят и для чего применяются смывки? 13. Что называется сиккативом? Какие сиккативы вы знаете? 14. Назовите жидкие вспомогательные материалы. 15. Перечислите твердые вспомогательные материалы. 16. Расскажите о медном купоросе. 17. Расскажите о природной и искусственной пемзе и их применении. 18. Какие виды шлифовальной шкурки вы знаете, каково их назначение?

ГЛАВА X

ГОТОВЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ 58. КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА ГОТОВЫХ МАЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Классификация. Лакокрасочные материалы классифицируют по виду, химическому составу и преимущественному назначению (ГОСТ 9825—73*).

По виду лакокрасочные материалы делят на лаки, краски, порошковые краски, эмали, грунтовки и шпатлевки. Эти материалы могут содержать различные добавки (сиккативы, пластификаторы и др.).

По химическому составу (роду пленкообразующего вещества) лакокрасочные материалы классифицируют и обозначают следующим образом: АС — алкидно-акриловые, АТ — алкидно-уретановые, АЦ — ацетилцеллюлозные, АБ — ацетобутиратцеллюлозные, БТ — битумные, ВН — винил- и дивинилацетиленовые, ГФ — глифталевые, КФ — канифольные, КЧ — каучуковые, КП — копаловые, КО — кремнийорганические, КТ — ксифталевые, МС — масляно- и алкидно-стирольные, МА — масляные, МЛ — меламинные, МЧ — мочевинные, НЦ — нитроцеллюлозные, ПФ — пентафталевые, ХВ — перхлорвиниловые и поливинилхлоридные, АК — полиакриловые, АД — полиамидные, ВА — поливинилацетатные, ВЛ — поливинилацетальные, ИД — полиамидные, УР — полиуретановые, ПЛ — полиэфирные насыщенные, ПЭ — полиэфирные ненасыщенные, ХС — сополимеровинилхлоридные, ВС — сополимеровинилацетатные, КС — сополимерокарбинольные, ФА — фенолоалкидные, ФЛ — фенольные, ФП — фторопластовые, ФР — фуриловые, ХП — хлорированные полиэтиленовые, ЦГ — циклогексановые, ШЛ — шеллачные, ЭП — эпоксидные, ЭФ — эпоксиэфирные, ЭЦ — этилцеллюлозные, ЭТ — этрифталевые, ЯН — янтарные, НП — нефтеполимерные.

По назначению покрывные лакокрасочные материалы (лаки, эмали, краски) делят на группы (1...9) для покрытий:

атмосферостойкие (1) — стойких к атмосферным воздействиям в различных климатических условиях, эксплуатируемых на открытых площадках;

ограниченно атмосферостойкие (2) — эксплуатируемых под навесом и внутри неотапливаемых помещений;

консервационные (3) — применяемых для временной защиты окрашиваемой поверхности в процессе производства, транспортирования и хранения изделий;

водостойкие (4) — стойких к действию пресной воды и ее паров, а также морской воды;

специальные (5) — стойких к излучениям, светящихся, пропиточных, окрасочных, терморегулирующих и т. д.;

маслобензостойкие (6) — стойких к воздействию минеральных масел и консистентных смазок, бензина, керосина и др.;

химически стойкие (7) — стойких к воздействию щелочей, кислот и других жидких реагентов и их паров;

термостойкие (8) — стойких к действию повышенных температур;

электроизоляционные (9) — подвергающихся воздействию электрических напряжений тока, электрической дуги и поверхностных разрядов.

Обозначения основных лакокрасочных материалов состоят из пяти групп буквенно-цифровых знаков для эмалей, красок, грунтовок, шпатлевок и четырех групп знаков для лаков.

Первая группа знаков обозначения определяет вид материала и состоит из слова, например «эмаль», «лак», «охра» и т. д.

Вторая группа знаков определяет пленкообразующее вещество (род смолы, сополимера, олифы и т. д.) и обозначается двумя буквами, например БТ, МА, ЭП и т. д. Для водоразбавляемых, водоэмульсионных, порошковых, органодисперсионных материалов, а также материалов без активного растворителя между первой и второй группами знаков ставится индекс, определяющий разновидность материала: Б — без активного растворителя, В — водоразбавляемые, ОД — органодисперсионные, П — порошковые, Э — водоэмульсионные. Индекс от второй группы знаков отделяется тире. Между второй и третьей группой знаков ставится также тире.

Третья группа знаков характеризует преимущественное назначение лакокрасочного материала и обозначается цифрой. Третью группу знаков грунтовок, полуфабрикатных лаков и масляных густотертых красок обозначают цифрой 0, шпатлевок — цифрами 00.

Четвертая группа знаков обозначения определяет присвоенный материалу порядковый номер и состоит из одной, двух или трех цифр. Для масляных красок вместо порядкового номера ставится цифра, определяющая вид олифы, на которой изготовлена краска: 1 — натуральная, 2 — оксоль, 3 — глифталевая, 4 — пентафталевая, 5 — комбинированная. Иногда после порядкового номера допускается буквенный индекс, характеризующий особенности материала, например: М — матовый, ПМ — полуматовый, ГС — горячей сушки и т. д.

Пятая группа знаков обозначения характеризует цвет материала и состоит из слова. При большом разнообразии оттенков одного и того же цвета цвет указывается с порядковым номером, например зеленая-1, зеленая-2 и т. д.

Примеры обозначений лакокрасочных материалов. *Лак БТ-783* БТ — битумный, 7 — химически стойкий, 83 — порядковый номер.

Краска МА-025 зеленая. МА — масляная, О — густотертая, 2 — ограниченно атмосферостойкая, 5 — комбинированная олифа, зеленая — цвет краски.

Эмаль ХВ-113 голубая: ХВ — перхлорвиниловая, 1 — атмосферостойкая, 13 порядковый номер, голубая — цвет эмали

Грунтовка ГФ-020 красно-коричневая: ГФ — глифталевая, 0 — грунтовка, 20 — порядковый номер, красно-коричневая — цвет грунтовки

Шпатлевка ЭП-0010 красно-коричневая: ЭП — эпоксидная, 00 — шпатлевка 10 — порядковый номер, красно-коричневая — цвет шпатлевки

Свойства. Из многочисленных свойств готовых лакокрасочных материалов важнейшими являются степень перетира красок, эмалей, грунтовок, шпатлевок; время и степень высыхания; условная вязкость материала; стойкость покрытий к действию растворов и щелочей; способность лакокрасочных покрытий шлифоваться и полироваться; «розлив» материалов и др

Под *степенью перетира* красок, эмалей, грунтовок, шпатлевок понимают следующее Чем тоньше растерта краска, тем больше ее укрывистость, тем легче работать такой краской. Особенно важно это при работе механизмами, так как крупные частицы в окрасочном составе могут засорить выходные отверстия форсунки и вызвать быстрое изнашивание каналов краскораспылителей и форсунок.

Степень перетира (ГОСТ 6589—74*) определяют с помощью гриндометра (прибора «Клин») (рис. 39), состоящего из скребка *4*, плиты *3* и измерительной шкалы *1* На плите расположен клинообразный паз *2* с равномерно увеличивающейся глубиной от нуля до наибольшего предела измерения прибора Пределы измерения прибора, мкм: 0..25, 0..50, 0..100 и 0..150 Глубина паза соответствует шкале *1* прибора.

Материал помещают за верхний предел шкалы-прибора в количестве, достаточном для заполнения всего паза. Скребок с нажимом перемещают по плите, при этом паз должен быть полностью заполнен материалом, а поверхность плиты остаться чистой. Поверхность слоя испытуемого материала сразу осматривают и определяют положение границы значительного количества видимых отдельных частиц и агрегатов пигментов и наполнителей или границы начала штрихов от них. Затем определяют значение шкалы прибора.

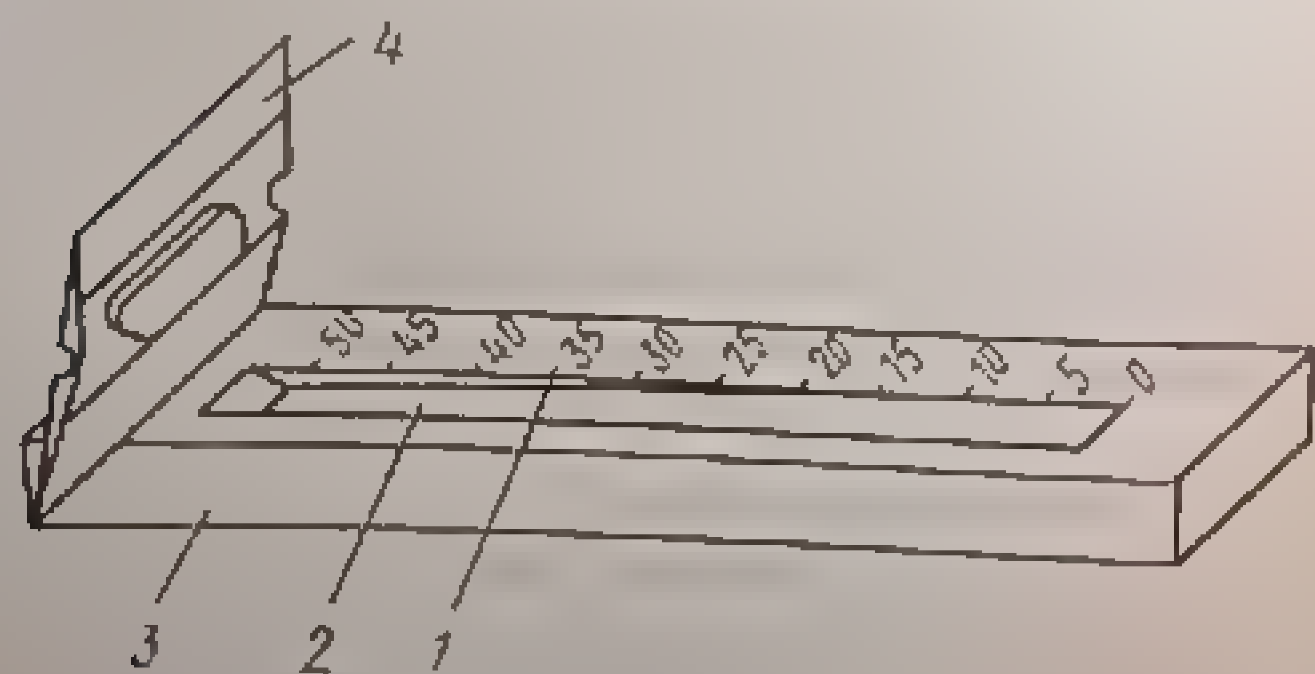


Рис. 39. Прибор гриндометр («Клин») для определения степени перетира лакокрасочных материалов

1 — шкала, *2* — паз, *3* — плита, *4* — скребок

соответствующее этой границе, т. е. устанавливают степень перетира материала (мкм). Нормы степени перетира лакокрасочных материалов, указываемые в стандартах на испытуемые лакокрасочные материалы, мкм: 0...15, 15...40, 40...90, 90 и более.

За *время высыхания* материала принимают время, за которое определенной толщины слой материала, нанесенного на пластинку, достигает необходимой степени высыхания при заданных условиях сушки.

Степень высыхания (ГОСТ 19007—73*) характеризует состояние поверхности материала при определенной продолжительности и температуре сушки в стандартных условиях испытания (табл. 16).

Таблица 16. **Степень высыхания лакокрасочных материалов**

Степень высыхания	Условия испытания	Характеристика степени высыхания
1	Насыпание 0,5 г стеклянных шариков с высоты 10...13 см	Шарики полностью удаляются мягкой кистью; повреждений окрашенной поверхности нет
	Нагрузка, Н:	Бумага не прилипает к покрытию:
2	0,2	от нагрузки не остается следа
3	2	то же
4	20	след от нагрузки остается
5	20	от нагрузки не остается следа
6	200	след от нагрузки остается
7	200	от нагрузки не остается следа

Испытание заключается в установлении времени высыхания материала, необходимого для достижения им определенной степени высыхания, которая требуется стандартом на испытуемый материал.

Условную вязкость (ГОСТ 8420—74*) определяют вискозиметром, тип которого указывается в стандарте на испытуемый материал. Вязкость материала имеет значение при нанесении лакокрасочного материала на поверхность как вручную, так и с помощью механизмов. Условной вязкостью лакокрасочных материалов, обладающих свободной текучестью, называют время непрерывного истечения в секундах определенного объема материала через калиброванное сопло вискозиметра ВЗ-1 или ВЗ-4. Условной вязкостью густых лакокрасочных материалов, определяемой шариковым вискозиметром, называют время прохождения в секундах стального шарика диаметром

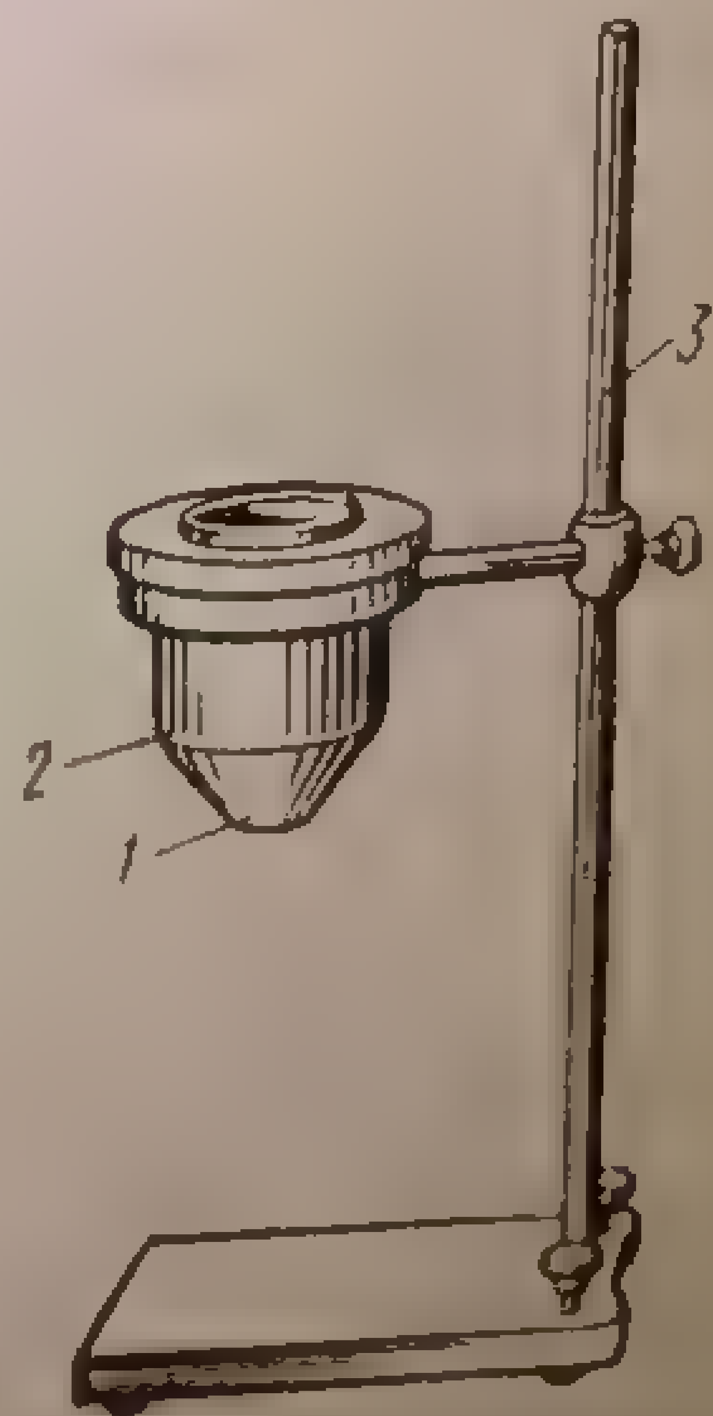


Рис. 40. Вискозиметр ВЗ-4:
1 — калиброванное сопло, 2 — цилиндрический резервуар, 3 — штатив

мм между двумя метками (250 мм) вертикально установленной стеклянной трубки вискозиметра, наполненной испытуемым материалом. Перед испытанием материал перемешивают, фильтруют через сетку № 05 и доводят до температуры 20 °С. Для материалов с условной вязкостью 12...200 с используют вискозиметр ВЗ-4, у которого диаметр сопла 4 мм (у ВЗ-1 диаметр сопла 5,4 мм).

Вискозиметр ВЗ-4 (рис. 40) устанавливают с помощью винтов так, чтобы его верхний край был в горизонтальном положении. Под сопло помещают сосуд вместимостью не менее 110 см³. Отверстие сопла снизу закрывают, в вискозиметр наливают материал, затем открывают отверстие сопла и одновременно с появлением материала из сопла включают секундомер. В момент первого прерывания струи материала секундомер останавливают и отсчитывают время истечения с погрешностью не более 0,2 с.

§ 59. ВОДОРАЗБАВЛЯЕМЫЕ, ЭМАЛЕВЫЕ И МАСЛЯНЫЕ КРАСКИ

Общие сведения. Краска — суспензия пигмента или смеси пигментов с наполнителями в олифе, эмульсии, латексе, образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку. По назначению краски подразделяют на строительные, полиграфические, художественные и специальные, к которым относятся светящиеся, термочувствительные и др.

К строительным краскам относятся масляные, водоразбавляемые и эмалевые. Масляные краски выпускают густотертыми (пастообразными) и готовыми к применению (жидкими). Водоразбавляемые краски — это известковые, водоэмульсионные, цементные, клеевые, силикатные и др. Водоэмульсионные краски кроме пигмента и наполнителя содержат водную дисперсию полимеров. Эмалевые краски приготовляют из пигментов, перетертых с различными лаками.

Водоразбавляемые краски. *Силикатные краски* (ГОСТ 18958—73) — суспензии щелочестойких пигментов и наполнителей в виде сепарированного мела и талька, силикатизаторов в виде сухих цинковых белил или бората кальция в водном растворе жидкого стекла плотностью не менее 1,3 г/см³. Предназначены для наружной и внутренней окраски кирпичных, бетонных и оштукатуренных поверхностей. Могут быть использованы для защиты древесины от возгорания.

Краски выпускают марок А (силикатизатор — сухие цинковые белила) и Б (силикатизатор — борат кальция). Цвет красок зависит от цвета пигмента и может быть белый, желтый, красный, розовый, светло-серый, зеленый и синий. Укрывистость готовой краски марки А — 400 г/м², марки Б — 650 г/м², вязкость по ВЗ-4 — 14...16 с. Краски дают прочную и атмосферостойкую пленку с хорошей адгезией.

Образцы выкрасок силикатными красками приведены на рис. 41*.

Органосиликатные краски (ТУ 84-133—81) — суспензии из-

мельченных силикатов и оксидов в кремнийорганическом лаке и толуоле. Краски выпускают марок ОСМ-3 (белая), ОСМ-4 (светло-зеленая), ОСМ-5 (кирпичного цвета). Условная вязкость красок по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 20 °С не менее 18 с; время высыхания до степени 3 при температуре 15...35 °С не более 24 ч. Предназначены для окрашивания наружных металлических и неметаллических поверхностей (стен, крыш, заборов, водостоков). Покрытия красками характеризуются морозо-, водо- и атмосферостойкостью, а также долговечностью. Огнеопасны. Расход краски на 1 м^2 поверхности составляет не более 350 г. Наносятся на поверхности кистью, валиком, краскораспылителем.

Казеиновые краски — сухая смесь, состоящая из пигмента, казеина, мела, извести, буры и антисептика. При использовании сухую смесь разводят водой. Хорошая казеиновая краска в течение 1 ч полностью растворяется в холодной воде и после процеживания через сетку, имеющую 100 отв/см^2, не остается нерастворившегося казеина. Так как казеиновые краски можно приготовить только со щелочестойкими пигментами, их цветовая гамма ограничена. Укрывистость красок не более 200 г/м^2. Служат для окрашивания кирпичных и оштукатуренных фасадов, а также для поверхностей внутри помещений — штукатурки и древесины, кроме полов, окон и дверей. Применяют ограниченно.

Цементные краски — смесь белого портландцемента со щелочестойкими пигментами и некоторыми добавками (известь, хлорид кальция), улучшающими схватывание краски, ее эластичность, адгезию и водоотталкивающие свойства (стеарат кальция). Цвет цементных красок зависит от цвета щелочестойких пигментов, количество которых ограничено. Поэтому разнообразие цветов таких красок сравнительно невелико.

Состав цементной краски (% по массе): белый портландцемент — 80; гидратная сухая известь — 10; хлорид кальция — 3; стеарат кальция — 1; микроасбест — 1; пигмент (не более) — 5.

Способ приготовления. Компоненты краски перетирают в шаровой мельнице. Окрасочный состав получают из 4 мас. ч. цементной краски и 3 мас. ч. воды. Сначала в краску вводят 1 ч. воды и хорошо перемешивают. Затем добавляют остальную воду и еще раз весь состав перемешивают.

Окрасочный состав наносят на поверхность кистью или краскопультом. Плотные и ранее окрашенные поверхности не следует красить этим составом.

Цементные краски атмосферостойки, их применяют для наружной отделки каменных, кирпичных, бетонных, оштукатуренных и других пористых поверхностей. При окраске очень пористых поверхностей необходимо добавлять 1 % карбоксиметилцеллюлозы.

Образцы выкрасок цементными красками приведены на рис. 42*.

Полимерцементные краски (ГОСТ 19279—73) — суспензия сухой пигментной части, состоящей из белого портландцемента, молотой извести, свето- и щелочестойких пигментов и наполнителей в водной дисперсии полимера (пластифицированной поливинилацетатной дисперсии или синтетических латексов, устойчивых к цементу). Предназначены для окрашивания наружных и внутренних бетонных, кирпичных, асбестоцементных и оштукату-

[illegible] поверхностей, древесноволокнистых плит, а также для окрашивания железобетонных панелей в заводских условиях.

Готовую к употреблению краску получают на месте работ смешением сухой пигментной части с водной дисперсией полимера, разбавленной до 15%-ной концентрации. Цвет краски — белый, светло-желтый, бежево-розовый, терракотовый, светло-зеленый, светло-голубой, светло-серый — должен соответствовать цвету утвержденного эталона. Вязкость готовой краски по ВЗ-4—21 с; жизнеспособность не менее 6 ч; укрывистость не более 350 г/м^2.

В строительстве наибольшее применение получили поливинилацетатные, стиролбутадиеновые, глифталевые и акрилатные краски. Выпускают краски в виде паст и на месте работ разбавляют до малярной консистенции водой. Зимой ими не пользуются, так как при низких температурах они свертываются и приходят в негодность.

Водоэмульсионные краски для внутренних работ (ГОСТ 19214—80*) — суспензии пигментов (диоксиды титана и литопона) и наполнителей в пластифицированной дисперсии или стиролбутадиеновом латексе, или в смеси этого латекса на основе сополимера хлористого винила с винилиденхлоридом с добавлением эмульгатора, стабилизатора и других веществ. Используют для окрашивания древесины, картона и других пористых материалов, загрунтованных поверхностей металла, а также старых покрытий. Краски не следует применять для помещений с повышенной влажностью. На поверхность их наносят кистью, валиком или краскораспылителем.

Водоэмульсионные краски выпускают марок: Э-ВА-27, Э-ВА-27А на основе поливинилацетатной дисперсии; Э-КЧ-26, Э-КЧ-26А на основе стиролбутадиенового латекса. В зависимости от марки цвет красок может быть различным. После высыхания краски дают ровную, однородную матовую пленку. Вязкость красок по ВЗ-1 при температуре 20° С не менее 20 с; укрывистость красок разного цвета в пересчете на сухую пленку 70...220 г/м^2; время высыхания до степени 3 при температуре 20° С не более 1 ч.

Перед применением краски разбавляют водопроводной водой до вязкости по ВЗ-4 (с); для нанесения краскораспылителем — 20...25; для нанесения кистью — 30...40; для нанесения валиком — 40...50. Краски морозостойки (до —40° С), нетоксичны, пожаро- и взрывобезопасны.

Водоэмульсионные краски для наружных работ — суспензии пигментов и наполнителей в водных дисперсиях синтетических полимеров с добавлением эмульгатора, стабилизатора и других веществ. Предназначены для окрашивания кирпичных, бетонных, оштукатуренных, деревянных и других пористых наружных поверхностей, загрунтованной поверхности металла, а также старых покрытий. Стиролбутадиеновые краски не рекомендуются для окрашивания древесины. Покрытия этими красками долговечны.

На поверхность краски наносят при температуре не ниже 8 °С кистью, валиком или краскораспылителем. Промышленность вы-

...краски на различной полимерной основе и разнообразных цветов следующих марок: Э-АК-111, Э-ВА-17, Э-ВС-17, Э-ВС-114, Э-КЧ-112.

Укрывистость красок различна — 60...230 г/м² (в пересчете на сухую пленку); время высыхания до степени 3 при 20 °С не более 1 ч; степень перетира не более 70 мкм. Перед применением краски разбавляют водой до вязкости по ВЗ-4 (с): при нанесении краскораспылителем — 20...30; при нанесении валиком и кистью — 40...80. Водоэмульсионные краски пожаро- и взрывобезопасны, нетоксичны.

Летучесмоляные краски (эмали) — группа материалов, процесс высыхания которых заключается в улетучивании растворителя, вследствие чего на поверхности образуется пленка того или иного качества в зависимости от рода связующего, взаимодействия между собой составляющих окрасочного состава и других условий. Увеличенное количество связующих в красках придает покрытиям повышенный блеск и улучшает «розлив». Такие краски называют эмалями.

Перхлорвиниловые эмали ХВ-1100 (ГОСТ 6993—79*) — суспензии пигментов (или пигментов и наполнителей) в растворе перхлорвинила в смеси летучих органических растворителей с добавлением других полимеров и пластификаторов. Эмали выпускают 13 цветов. Вязкость при температуре 20 °С по ВЗ-4 40...70 с; время высыхания при температуре (20 ± 2) °С 1 ч; укрывистость 50...30 г/м² (в пересчете на сухую пленку). Эмали предназначены для окрашивания деревянных или предварительно загрунтованных металлических поверхностей, эксплуатируемых в атмосферных условиях. Их наносят на поверхность методами распыления. Высохшая эмаль образует однородную полуматовую гладкую пленку. Перед применением эмали разбавляют растворителем Р-4, Р-4А, Р-5.

Принято отдельно выделять *эмалевые краски*, состоящие из неорганических или органических пигментов, перетертых с синтетическими или масляными лаками. Процесс высыхания (отвердевания) лаков резко отличается от процесса высыхания эмалей, у которых при высыхании улетучивается растворитель. У рассматриваемых красок наряду с физическим процессом улетучивания растворителя происходят также химические процессы, делающие пленку необратимой, не поддающейся повторному растворению растворителями, содержащимися в составе. Такие эмали применяют для наружных и внутренних работ по металлу, древесине и штукатурке. Выпускают их готовыми к употреблению. Эмали, содержащие лак, бывают алкидные, эпоксидные и мочевиноформальдегидные. Они светостойки, стойки к влиянию окружающей среды, дают ровную гладкую, прочную глянцевую или матовую пленку.

Эмали ГФ-230 (ГОСТ 64—77*) — суспензии пигментов и наполнителей в глифталевом лаке с добавлением сиккатива и растворителя. Укрывистость зеленой эмали — 70 г/м², черный — 30,

[illegible] и под слоновую кость — 150, остальных цветов — 130 г/м². Они водостойки, светостойки и прочны. Вязкость эмалей по ВЗ-4 при 20° С — 70...150 с. Применяют для окрашивания металлических и деревянных изделий, эксплуатируемых внутри помещений, и для внутренних отделочных работ, за исключением окрашивания полов. После высыхания эмали образуют однородную гладкую полуглянцевую или полуматовую пленку. Время высыхания до степени 3 при температуре 20° С не должно превышать 24 ч. Перед применением эмали разбавляют до рабочей вязкости бензином-растворителем, скипидаром или их смесью; на поверхность наносят кистью, валиком и краскораспылителем.

Эмали ПФ-223 (ГОСТ 14923–78*) — суспензии пигментов в пентафталевом лаке с добавлением сиккатива и растворителей. Выпускают эмали 15 цветов. Вязкость по ВЗ-4 при температуре 20 °С — 50...120 с, укрывистость 20...240 г/м² (в пересчете на сухую пленку); время высыхания при температуре 20° С — 30...36 ч. Предназначены для окрашивания металлических и деревянных поверхностей, не подвергающихся атмосферным воздействиям. Перед применением эмали разбавляют бензином-растворителем, ксилолом, сольвентом или их смесью и наносят на поверхность (по грунту или без него) краскораспылителем, кистью и другими методами. Пленка эмалей стойка к изменению температуры от —40 до +60 °С. После высыхания образуют однородную гладкую пленку.

Эмаль КО-174 заводского изготовления, готовая к употреблению суспензия пигментов и наполнителей в кремнийорганическом лаке КО-85, разбавленном смесью бутилацетата, ацетона, ксилола и толуола. Цвет эмали — белый, желтый, кремовый, голубой, розовый. Твердеет в результате испарения растворителя, образуя однородную полуматовую пленку. Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при 20° С — 25...40 с; время высыхания не более 2 ч. Загустевшую эмаль разбавляют растворителем Р-5. На чистую поверхность эмаль наносят за два-три раза кистью, валиком или краскораспылителем. Эмаль хорошо сцепляется с сухим бетоном, образует высокопрочное, водонепроницаемое и долговечное покрытие. Эмаль токсична, ее применяют для наружных работ (окраска фасадов). Для улучшения декоративных свойств на сухое покрытие наносят набрызг этой же эмали другого цвета.

Масляные и алкидные краски, широко применяемые в малярных работах, выпускают либо в виде густотертых красок, которые доводят до малярной вязкости на месте работ, либо в виде готовых к употреблению красок, которые перед использованием лишь тщательно перемешивают, чтобы не было осадка. Применяют такие краски для различных поверхностей в зависимости от качества связующего и вида пигмента. Например, литопонные белила запрещается применять для наружных работ, так как они темнеют от действия света, а свинцовые белила — для окрашивания жилых помещений, потому что они содержат ядовитые вещества; желтый крон не разрешается использовать для окрашивания по новой штукатурке вследствие его нещелочестойкости.

Цветные густотертые краски (ГОСТ 8292—85) — суспензии пигментов и наполнителей, затертых на олифе с добавками или без них. Краски выпускают марок: МА-025 — на натуральной олифе, МА-015 — на комбинированной олифе; перед применением их разводят соответственно натуральной и алкидной олифами. Цвет красок: кремовый, палевый, бежевый, темно-серый, голубой 424 и 475, желтый, фисташковый, зеленый, коричневый и др. Степень перетира не более 50 мкм; укрывистость красок малярной консистенции 35...225 г/м^2; время высыхания до степени 3 при температуре (20 ± 2) °С не более 24 ч. Краски свето-и водостойкие, токсичные и пожароопасные. Срок хранения 12 мес со дня изготовления. После разведения олифой до малярной консистенции краски используют для наружных отделочных работ. На поверхность их наносят кистью, валиком или краскораспылителем.

Краски, готовые к применению (ГОСТ 10503 –71*), — суспензии пигментов (или пигментов и наполнителей) в различных олифах с введением сиккатива, а также добавок (аэросила, лецитина и др.), препятствующих образованию плотного осадка, или без них. Предназначены для наружных и внутренних отделочных работ (за исключением окраски полов), для окраски металлических и деревянных изделий.

В зависимости от назначения, типа пленкообразующего вещества, пигмента и наполнителя готовые к применению масляные и алкидные краски выпускают различных цветов и марок.

Масляные и алкидные краски, готовые к применению

Цинковые белила МА-15, МА-15н, ПФ-14, ПФ-14н — для наружных работ; МА-22, МА-22н – для внутренних работ. Пленкообразующее – олифа (комбинированная, пентафталевая, оксоль); пигмент – цинковые сухие белила; наполнитель – барит, тальк, мел.

Литопонные белила МА-25, МА-25н, МА-22, МА-22н — для внутренних работ. Пленкообразующее — олифа (комбинированная, оксоль); пигмент – литопон сухой; наполнитель — барит, тальк, мел.

Цветные краски МА-15, ПФ-14 — для наружных работ; МА-22, МА-25 для внутренних работ. Пленкообразующее — олифа (комбинированная, пентафталевая, оксоль); пигмент — цинковые сухие белила, литопон сухой, цинковый пигмент, диоксид титана пигментный анатазной формы; наполнитель — барит, тальк, мел.

Железный сурик МА-15, ПФ-14 — для наружных работ. Пленкообразующее – олифа (комбинированная, пентафталевая); пигмент — сурик железный сухой для лакокрасочной промышленности.

Мумия МА-15, ПФ-14 — для наружных работ. Пленкообразующее — олифа (комбинированная, пентафталевая); пигмент — мумия природная сухая.

Охра МА-15, ПФ-14 — для наружных работ. Пленкообразующее — олифа (комбинированная); пигмент — охра сухая.

Для наружных покрытий выпускают краски 11 цветов: кремовый, бежевый, темно-серый, светло-голубой, голубой, темно-желтый, фисташковый, зеленый, красно-коричневый, темно-красный, коричневый. Для внутренних покрытий выпускают краски 19 цветов.

Цинковые густотертые белила (ГОСТ 482—77*) — паста, состоящая из сухих цинковых белил или из смеси белил с наполнителем, затертых на растительном масле с введением сиккатива или на натуральной олифе. После разбавления до малярной консистен-

...олифой белила применяют для наружных и внутренних работ. Белила при температуре 20 °С полностью высыхают за 24 ч.

Краска изопреновая СКИ-3 — смесь пигментов и наполнителей в синтетическом связующем (растворе изопренового каучука в уайт-спирите с добавлением олифы и сиккативов).

Состав краски СКИ-3 (% по массе): каучук изопреновый синтетический — 4,5; натуральная олифа — 5; цинковые белила — 44,9; ультрамарин — 0,1; уайт-спирит — 40,5; сиккатив — 5.

Предназначена для внутренних и наружных работ по бетону, штукатурке, древесине и загрунтованному металлу. Грунтуют поверхности этой же краской, разбавленной уайт-спиритом до вязкости по ВЗ-4 — 45...60 с. Перед применением краску тщательно перемешивают, на поверхность наносят за два раза кистью или валиком (вязкостью 100...200 с) и краскораспылителем (вязкостью 50...80 с). Время высыхания каждого слоя при температуре (20 ± 2) °С — 24 ч.

§ 60. ЛАКИ И ПОЛИТУРЫ

Л а к — раствор пленкообразующих веществ в органических растворителях или в воде, образующий после высыхания твердую, прозрачную однородную пленку. Лаки придают поверхностям декоративный вид и создают защитные покрытия. Большинство лаков бесцветны. Применяют также лаки, окрашенные красителями, и черные (на основе битумов и каменноугольных пеков).

Лаки ПФ-283 и ГФ-166 (ГОСТ 5470—75*) — растворы алкидных смол, модифицированных растительными маслами, жирными кислотами растительных масел и продуктов их переработки, дистиллированными жирными кислотами таллового масла и дистиллированным талловым маслом в органических растворителях с добавлением сиккатива марки НФ-1.

Цвет лака по йодометрической шкале (мг), не темнее: для ПФ-283 — 300 и для ГФ-166 — 400. Вязкость лаков по ВЗ-4 при температуре 20 °С — 40...60 с. Время высыхания до степени 3 при 20 °С (ч, не более): для ПФ-283 — 36, для ГФ-166 — 48. Лаки образуют однородную прозрачную пленку без посторонних включений. Они токсичны и пожароопасны.

Лак ПФ-283 применяют для внутренних покрытий по металлу, древесине светлых пород и по масляным краскам светлых тонов, для мебели; лак ГФ-166 — для наружных покрытий по масляным краскам светлых тонов, для автомашин и железнодорожных вагонов. Лаки наносят на поверхность кистью или краскораспылителем. Перед применением лаки разбавляют до рабочей вязкости ксилолом, сольвентом, скипидаром или смесью одного из этих растворителей с бензином-растворителем в соотношении 1:1.

Н и т р о л а к и получают на основе нитратов целлюлозы, нитроцеллюлозы, главным образом коллоксилина. Нитроцеллюлоза — сложные эфиры целлюлозы и азотной кислоты в виде белой

целлюлозной рыхлой массы. В состав нитролаков входят также растворители: кетоны, сложные эфиры, спирты, а также их смеси с толуолом, ксилолом. В результате улетучивания растворителя нитролаки образуют (в течение до 30 мин) бесцветные (или окрашенные) прозрачные обратимые пленки, стойкие к бензину и минеральным маслам, ограниченно водостойкие и не стойкие к щелочам, кислотам и ультрафиолетовым лучам. Если к коллоксилину добавить высыхающую алкидную смолу, то образуются при комнатной температуре через 30 мин необратимые пленки, превосходящие по всем показателям обратимые. Нитролаки наносят на поверхности распылением. Они пожароопасны. Применяют нитролаки для покрытий деревянных и металлических изделий и для изготовления эмалевых красок.

Спиртовые лаки и политуры — растворы природных смол и полимеров в этиловом спирте. В зависимости от назначения промышленность выпускает лаки и политуры с различными свойствами.

Политура — лак, содержащий 10...20 % пленкообразующих веществ (шеллака) и 80...90 % спирта. Служит для полирования изделий из древесины. Образует прозрачное гладкое твердое покрытие с зеркальным блеском, выявляющее текстуру древесины. Часто применяют политуру марки ВК-1 коричневую с красноватым оттенком, а также нитроцеллюлозную политуру НЦ-5119 (ОСТ 6 10-392—76). Наиболее распространена шеллачная политура — 10...20 %-ный спиртовой раствор шеллака. Политура высыхает через 1 ч после нанесения на поверхность. Полирование ускоряется при нанесении политуры по слою шеллачного лака.

Пленку черного цвета, хорошо защищающую металлы от коррозии, образуют лаки, получаемые на основе битума и каменноугольного пека, растворенных в маслах. Так, битумно-масляный лак, нанесенный на металлическую поверхность, образует нейтральную пленку при температуре 120...200 °С за 0,5...2 ч; его используют как внутри помещений, так и на открытом воздухе.

Лак БТ-577 (ГОСТ 5631—79*) — раствор битума в органическом растворителе с введением синтетических модифицированных добавок и сиккатива. После затвердевания образует однородную ровную черную пленку. Вязкость при температуре 20 °С по ВЗ-4 — 18...35 с; время высыхания пленки до степени 3 при температуре 20 °С не более 24 ч. Предназначен для защиты поверхностей металлических конструкций и изделий, а также для изготовления алюминиевой краски. На поверхность лак наносят кистью, наливом, окунанием или краскораспылителем. Перед применением лак разбавляют до рабочей вязкости уайт-спиритом, сольвентом, скипидаром или их смесью.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите виды готовых к применению лакокрасочных материалов. 2. Как обозначают и классифицируют лакокрасочные материалы по химическому составу? 3. Какие группы лакокрасочных материалов установлены по их преимущественному

назначению? 4. Расшифруйте обозначения лакокрасочных материалов: лак ХВ-784, эмаль НЦ-25, краска МА-021, лак ГФ-166, шпатлевка ЭП-0020 красно-коричневая, грунтовка ПФ-020. 5. Каким прибором и как определяют степень перетира лако-красочных материалов? 6. Как устанавливают время и степень высыхания лако-красочных материалов? 7. С помощью каких приборов и как определяют [illegible] вязкость лакокрасочных материалов? 8. Что представляют собой силикатные и органосиликатные краски, каково их назначение? 9. Что представляют собой цементные и полимерцементные краски, каково их назначение? 10. Кратко расскажите о водоэмульсионных красках. 11. В чем отличие [illegible] 12. Кратко расскажите о масляных и алкидных красках. 1[illegible] Что [illegible] собой цинковые белила, каково их назначение? 14. Что [illegible] знаете? 15. Что такое политура, для каких целей ее применяют? [illegible] о лаках, защищающих металлы от коррозии.

ГЛАВА XI

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОКЛЕИВАНИЯ СТЕН

§ 61. ОБОИ И ПЛЕНКИ

В современном строительстве, а также при ремонте жилых и общественных зданий для внутренней отделки стен и других поверхностей применяют бумажные обои, линкруст, синтетические пленки, искусственную кожу и другие материалы. Обои — рулонный материал, изготовленный преимущественно на бумажной основе, их выпускают с рисунком и без рисунка, однотонными и разноцветными. В настоящее время обои часто изготовляют на основе полимерных материалов.

Обои (ГОСТ 6810—86) — материалы, изготовляемые нанесением на бумагу декоративного покрытия печатным способом с последующей отделкой или без нее, предназначенные для оклейки стен и потолков жилых и общественных зданий.

По фактуре бумаги обои подразделяют на *гладкие, тисненые и гофрированные*.

По структуре декоративного покрытия [illegible] вырабатывают следующих видов: А — фоновые, Б — [illegible] рисунком без фона; Г — с фоном и печатным рисунком; Д — [illegible] чатным полутоновым рисунком без фона, Е — с фоном и [illegible] полутоновым рисунком; Ж — с рельефным фоном и [illegible] сунком или без него; З — с фоном и рельефным рисунком; И — [illegible] вые с отделкой «под шелк»; К — с печатным рисунком с отделкой «под шелк» без фона; Л — с фоном и печатным рисунком с отделкой «под шелк»; М — с фоном и печатным рельефным рисунком с [illegible] кой «под шелк»; О — металлизированные с фоном и [illegible] сунком или без него; П — велюровые с фоном или без [illegible] фоном, печатным рисунком и пленочным покрытием.

В зависимости от стойкости поверхности [illegible] изготовляют: В-0, В-1 — *влагостойкие* (устойчивые к [illegible] истиранию без применения моющих средств), В-2, В-3, В-4 — *моющиеся* (устойчивые к истиранию растворами моющих средств

стойчивые к сухому истиранию. Обои марок С и В-0 применяют для оклейки стен жилых, стен и потолков общественных зданий; марок В-1 и В-2 — для оклейки стен и потолков прихожих, коридоров жилых и общественных зданий, за исключением игровых, спальных комнат детских учреждений, палат лечебно-профилактических учреждений; марки В-4 — для оклейки санузлов и ванных комнат всех типов зданий.

Обои вырабатывают в рулонах с кромками или без них. Ширина рулона с необрезными кромками: 500, 560, 600, 620 мм (предпочтительная ширина рулона 600 мм). Полезная ширина обоев без кромок при ширине рулона: 500 мм — от 470 до 480 мм; 560 мм — от 520 до 540 мм; 600 мм — от 570 до 580 мм; 620 мм — от 590 до 600 мм. Допускается полезная ширина обоев без кромок (500 ± ± 3) мм. Длина рулона: 6; 10,5; 12; 18; 25; 32 и 42 м (предпочтительная длина 10,5 м). Для строительных организаций длина рулона допускается до 750 м.

Бордюры и фризы — это полосы бумаги, вдоль которых нанесены рисунки. Их наклеивают по верхнему обрезу обоев в соответствии с видом и рисунком обоев. Бордюры выпускают в бобинах шириной 15...160 мм и длиной 25 м. Бордюры длиной до 6 м выпускают в рулонах. Ширина рулонов фриза 240, 290 и 480 мм и длина 12 м.

Линкруст (ГОСТ 5724—75) — рулонный материал с рельефным рисунком, состоящий из пластической массы на основе синтетической смолы с наполнителем, нанесенной на бумажную подоснову. Предназначен для внутренней отделки стен в помещениях с нормальным температурно-влажностным режимом эксплуатации. Линкруст выпускают в рулоне, длина полотна которого не менее 12 м, полезная ширина (без учета ширины кромок) — 500, 600, 750 и 900 мм. По краям полотно имеет гладкие (без рельефа) кромки шириной 3...20 мм. Наименьшая толщина линкруста по кромкам не менее 0,5 мм, наибольшая (по рельефу) — не более 1,2 мм. Полоска линкруста шириной 10 мм выдерживает разрывное усилие не менее 0,1 МПа; поверхностное водопоглощение его не более 1 г на 100 см^2.

Поливинилхлоридную отделочную пленку на бумажной подоснове (изоплен) (ТУ 21-29-11—82) выпускают в рулонах длиной 10,5; 12; 18 и 25 м, шириной — 500, 600 и 750 мм, толщиной 0,3 мм. Изготовляют разных цветов, гладкой, тисненой, матовой, глянцевой. Служит для отделки внутренних поверхностей стен и перегородок в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом эксплуатации.

Поливинилхлоридную декоративную отделочную пленку (ГОСТ 24944—81) выпускают двух типов: ПДСО — с клеевым слоем на оборотной стороне, защищенным специальной бумагой; ПДО — без клеевого слоя. Длина в рулоне пленки ПДО — 150 м, ширина — 1500...1600 мм, толщина — 0,15 мм; длина пленки ПДСО — 15 и 800 м, ширина — соответственно 450...500 и 900 мм, толщина — 0,15 мм. Лицевая поверхность пленки гладкая или тисненая,

[illegible] с печатным рисунком. Разрушающее напряжение при [illegible] в продольном направлении 9,8 или 11,8 МПа. Пленка [illegible] для декоративной отделки специально подготовлен[illegible] поверхностей внутренних стен, дверных полотен и встроенной мебели в помещениях жилых и общественных зданий.

Девилон — поливинилхлоридный пленочный декоративный материал на подоснове из стеклохолста, бумаги или вспененной подложки. Длина рулона 10 м, ширина 450, 600 и 900 мм. Выпускают различных цветов и рисунков с однородной лицевой поверхностью как по фактуре, так и по рисунку. Пленку хранят при температуре не ниже 10 °С в сухом помещении. Применяют для оклеивания с помощью клея «Бустилат» чистых, сухих ровных поверхностей без трещин, выбоин, ржавых и жировых пятен. Перед оклеиванием поверхность грунтуют водным раствором этого же клея.

§ 62. КЛЕЕВЫЕ СОСТАВЫ

Для наклеивания обоев, линкруста, бумаги, картона, отделочно-декоративных пленок, рулонных, листовых и других материалов применяют многочисленные составы клейстеров, клеев и мастик.

Наиболее хорошее качество приклеивания обоев и пленок обеспечивается синтетическими клеевыми составами на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Их применяют для проклеивания поверхностей, наклеивания газетной бумаги (макулатуры), наклеивания бумажных и синтетических обоев на бумажной подоснове. При попадании на лицевой слой обоев составы на КМЦ не оставляют пятен, чем выгодно отличаются от других видов клеевых составов. Составы на КМЦ готовят на воде комнатной температуры.

Клеевые составы на основе дисперсии ПВА применяют для наклеивания бумаги, синтетических обоев и пленок.

Клеи «Бустилат» и «Гумилакс» (на основе синтетических латексов) выпускают готовыми к употреблению; их можно разбавлять водой; применяют для наклеивания пленок на тканевой подоснове, ворсовых обоев и ковров, дорожек, полимерных обоев и плиток. Готовый клеевой состав процеживают через сетку с 80...100 отв/см^2.

Синтетические клеевые составы почти полностью вытеснили из малярных работ мучные и крахмальные клейстеры, казеиновый и животный клеи, для изготовления которых употребляли пищевые продукты.

Клеевые составы и способы их приготовления (ГОСТ 23305—78)

1. *Клей КМЦ для наклеивания макулатуры* (кг): клей КМЦ — 0,4; вода — 9,6; молотый мел (или 26 г меловой пасты) — 0,02.

Способ приготовления: в воду температурой 18...30 °С засыпают при перемешивании клей КМЦ; состав выдерживают 12 ч до набухания и полного растворения клея; вязкость клея по ВЗ-4 при 20 °С — 25...30 с.

2. *Клей КМЦ для наклеивания обоев* (кг): клей КМЦ (20 %-ной влажности) — 0,4, вода — 9,6;

Способ приготовления такой же, как и состава 1.

3. *Клей на основе дисперсии ПВА для наклеивания обоев и пленок* (кг): дисперсия ПВА (50 %-ной концентрации) — 5; вода — 2.

Способ приготовления: дисперсию ПВА перемешивают с водой температурой 14...20 °С до однородной консистенции.

4. *Клей для приклеивания пленок на тканевой подоснове* (кг): клей «Бустилат» — 7; вода — 1.

Способ приготовления: клей «Бустилат» тщательно перемешивают с водой температурой 18...25 °С до однородной консистенции.

5. *Клей «Бустилат»* (% по массе): латекс синтетический СКС-65ГП—40,7; бензин-растворитель — 6,0; меловая паста — 27,3; клей КМЦ (10 %-ный раствор) — 26.

6. *Клей «Гумилакс»* (% по массе): латекс синтетический СКС-65ГП — 70, бутилкаучук (2 %-ный раствор в бензине-растворителе) — 13, мел — 10; поташ (50 %-ный раствор в воде) — 7.

Клей 5, 6 выпускают готовыми к употреблению; перед применением их тщательно перемешивают.

7. *Поливинилацетатный клей ПВА* — водоспиртовой раствор или разбавленный водой поливинилацетат. Применяют для наклеивания моющихся обоев и отделочных пленок.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите материалы, применяемые для оклеивания стен и потолков. 2. Что такое обои, каково их назначение? 3. Перечислите известные вам виды обоев. 4. Что такое бордюры и фризы, каково их назначение? 5. Расскажите о свойствах и применении линкруста. 6. Что представляют собой полимерные пленки и для чего их применяют? 7. Что называется клейстером и клеем? 8. Сравните свойства клеев «Бустилат» и «Гумилакс». 9. Расскажите о клее ПВА и его применении.

ГЛАВА XII

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОНУМЕНТАЛЬНО-ДЕКОРАТИВНОЙ ЖИВОПИСИ

Монументально-декоративная живопись возникла и достигла высокого развития в глубокой древности. И в настоящее время ее широко используют для украшения фасадов зданий и сооружений, а также стен, перегородок, сводов, потолков и других частей помещений. Для наружных росписей особенно пригодны фреска (часто в сочетании с техникой сграффито — процарапыванием штукатурки), темпера, энкаустика, живопись силикатными и полимерными составами, термодекорирование. Для внутренней отделки особенно хороши темпера, энкаустика, клеевая живопись, а также роспись силикатными и полимерными составами.

§ 63. ФРЕСКА

Фреска (от итал. *fresco* — свежий) — живопись по сырой штукатурке красками, разведенными на воде.

Известковую живопись, исполненную по свежей штукатурке, называют истинной фреской в отличие от «фреско а секко» — известковой живописи по выстоявшейся сухой штукатурке

Основаниями под фресковую живопись служат следующие поверхности:

из природных камней — пористого известняка, туфа, песчаника (это лучшие основания для фрески), обработанные перед оштукатуриванием бучардой для прочности сцепления со штукатуркой;

кирпичные, кладка которых выполнена на известковых или смешанных растворах с применением пуццоланового портландцемента;

бетонные, которые отделаны штукатуркой, нанесенной на металлическую сетку, закрепленную на каркасе; при этом между бетоном и штукатуркой должна быть воздушная прослойка 20...30 мм.

Шлакобетонные поверхности под фресковую живопись использовать не допускается, так как они выделяют сернистые соединения, портящие живопись.

Для оштукатуривания каменных, кирпичных и бетонных (по сетке) поверхностей применяют известково-песчаные растворы с использованием строительной воздушной извести 1-го сорта, содержащей оксида магния не более 3 %. Известь должна быть полностью гашеной. Гашеную в тесто известь применяют только после годичного ее выдерживания, а гидратную известь (пушонку), смешанную с водой в тесто, — после двухнедельного выдерживания. Чистую известь, которую получают обжигом белого мрамора, содержащего не менее 99 % карбоната кальция, применяют для особо ответственной фресковой живописи.

В известковом растворе в зависимости от назначения наполнителем служит мытый речной песок различного зернового состава.

Составы наполнителей

1. *Песчаный наполнитель для нижнего слоя грунта* (% по объему): песок размером зерен 2,5...1,2 мм — 40; размером 0,2...0,6 мм — 45...35; размером 0,15...0,3 мм — 10...20; песчаная пыль размером частиц менее 0,15 мм — 5.

2. *Песчаный наполнитель для второго слоя грунта* (при трехслойной штукатурке) (% по объему): песок размером зерен 0,2...0,6 мм — 45; размером 0,3...0,6 мм — 30; размером 0,15...0,3 мм — 20; песчаная пыль размером частиц менее 0,15 мм — 5.

3. *Мраморный наполнитель для накрывки штукатурки (интонако)* (% по объему): мраморный песок размером зерен 0,6...0,3 мм — 60; размером 0,3...0,15 мм — 30; мраморная пыль размером частиц менее 0,15 мм — 10.

Для накрывки вместо мраморного песка можно использовать чистый кварцевый песок размером зерен до 0,3 мм. Мраморная пудра, просеянная через сито с сеткой 980...1482 отв/см^2, дает гладкий лицевой слой штукатурки.

Соотношение между известью и наполнителем в известково-песчаных штукатурных растворах для фрески зависит от назначения раствора и зернового состава песка. Например, раствор для нижнего слоя грунта приготовляют из известкового теста влажностью 55 % — 1 ч. и речного песка (наполнитель 1) — 3 ч. (по объему). В растворосмеситель загружают известковое тесто, вливают воду и при перемешивании вводят песок. Перемешанный

однородного состояния состав хранят не более 3 сут защищенным от высыхания. Раствор для верхнего накрывного слоя (интонако) приготовляют из известкового теста влажностью 55 % — 1 ч., кварцевого или мраморного песка (наполнитель 3) — 2...2,25 ч. (по объему). Этот раствор готовят так же, как и раствор для нижнего слоя. В случае применения жирной извести количество наполнителя увеличивают в составе для нижнего слоя до 3,5 ч., а в составе для верхнего слоя до 2,5 ч. Если для верхнего слоя штукатурки в качестве наполнителя применяют мраморную пудру, то раствор готовят в соотношении 1:1,5 или 1:1 (известь:пудра).

Для фрески используют сухие щелочестойкие природные и синтетические пигменты. Из природных пигментов чаще всего применяют охру (светлую, темную, золотистую), жженую охру, светлую и темную мумию, железный сурик, натуральную и жженую сиену, диоксид марганца, сланцы и туфы разных цветов, коричневую марганцевую, лазурит, малахит. Синтетическими пигментами служат стронциановая желтая, английская красная, красный кадмий, кобальт синий, голубой и зеленый пигменты, ультрамарин, оксид хрома, изумрудная зелень, жженая кость, марсы разного цвета. Пигменты должны быть хорошего качества и высокой дисперсности. При перенесении рисунка с картона на основание пользуются способом припороха, при этом применяют сухой угольный порошок или охру.

Окрасочные составы для фрески получают перетиром на мраморной доске с помощью куранта сухой смеси пигментов, которые затем смешивают с чистой водой в соотношении 1:3 (пигмент: вода) Признак рабочей густоты окрасочного состава — с приподнятой кисти стекает одна-две капли. Составы всех цветов заготовляют для работы в течение дня.

Для выполнения фресковых росписей применяют кисти с мягким волосом, так как жесткий волос кисти разрушает свежую штукатурку и портит работу.

Фресковую роспись по сухому - «фреска а секко» — выполняют известковыми красками по сухой, предварительно отшлифованной пемзой известковой штукатурке. Краски для «фрески а секко» затирают на известковом молоке, что приводит к разбеливанию их и ослаблению колорита живописи в целом.

Чтобы получить более яркую роспись, фресковую живопись выполняют по известковой грунтовке, которую наносят на обильно смоченную подготовленную штукатурку. Грунтовку готовят по следующему составу (мас. ч.): негашеная известь 1-го сорта — 1; вода — 9. Негашеную известь с содержанием оксида магния не более 3 % гасят малыми дозами воды. Непогасившиеся куски извести удаляют, заменяя их свежими, равными по массе удаленным. Готовый состав процеживают через сито с сеткой 980 отв/см^2 и используют не позднее 6 ч после приготовления, в противном случае нанесенная грунтовка не обеспечит прочного закрепления росписи. Состав на поверхность штукатурки наносят кистью или краскораспылителем.

Для «фрески а секко» применяют те же пигменты, что и для обычной фрески.

§ 64. ЭНКАУСТИКА

Энкаустика (от греч. *enkaio* – выжигаю) — восковая живопись, выполняемая горячим способом, расплавленными красками. Античную энкаустику возродил в СССР художник В. В. Хвостенко, разработавший также новый метод полированной энкаустики. Энкаустика веками не меняют своего цвета и первоначальной яркости красок и хорошо сочетается с современными материалами.

Основное связующее восковой живописи – пчелиный воск. Основанием для энкаустики служат сухие мраморы, известняки, глинистый сланец, песчаник, плотные туфы, а также прочные цементные и известковые штукатурки.

Энкаустику выполняют горячим и холодным способами. Живопись, выполненная горячим способом, отличается долговечностью и прочностью; ее применяют для росписи наружных и внутренних поверхностей зданий. Росписи, выполненные холодным способом, применяют только при внутренних отделках по отшлифованной сухой штукатурке, древесине и камню.

В зависимости от пористости материала грунт под энкаустику бывает твердым (гранит, мрамор и другие твердые материалы) и мягким (штукатурка, сланцы, известняк, туф, песчаник).

1. *Состав мягкого грунта* (г): цинковые сухие белила — 10; пчелиный воск — 6; канифоль — 8.

2. *Состав твердого грунта* (г): цинковые сухие белила — 15; пчелиный воск — 6; канифоль — 8,5.

Способ приготовления составов 1 и 2: в фарфоровый тигель, установленный на электроплитку, помещают канифоль, а после ее расплавления – воск; в тщательно перемешанный состав вводят пигмент и снова перемешивают.

Грунт, разогретый на электроплитке, наносят на основание кистью слоями, проглаживая каждый слой электрическим утюгом до получения совершенно ровной и гладкой поверхности. Толщина грунта не должна превышать 1...3 мм.

Перед выполнением росписи в помещении основание прогревают лампами инфракрасного излучения и пишут по нему подогретыми на электроплитке или на песчаной бане восковыми красками (состав 3).

3. *Состав восковых красок для внутренней росписи* (г): пчелиный отбеленный воск — 112; смола даммара — 40; льняное масло — 25; сухие пигменты — в зависимости от цвета.

Способ приготовления состава 3: в фарфоровом тигле плавят смолу, а затем воск, в готовый расплав вливают льняное масло, обезвоженное подогревом до температуры 120 °С; полученное связующее хорошо перемешивают, после чего вводят пигмент в соотношении по массе 1:1,05 (пигмент:связующее).

Роспись, выполненная по подогретому основанию, не требует сплавления вжиганием, так как краски хорошо ложатся и связываются с грунтом. Готовую роспись покрывают масляно-восковым лаком для внутренних работ (состав 4).

4. *Состав масляно-воскового лака для внутренней росписи* (г): пчелиный отбеленный воск — 30, льняное масло — 6.

Способ приготовления состава 4: воск подогревают до плавления, вливают в него льняное масло, обезвоженное подогревом до 120 °С, и все хорошо перемешивают, перед нанесением масляно-восковой лак подогревают до расплавления.

При выполнении наружной росписи по подогретому грунту пишут нагретыми до полного расплавления красками (состав 5).

5. *Состав восковых красок для наружной росписи* (г): пчелиный отбеленный воск — 112; смола даммара — 40, сухие пигменты — в зависимости от цвета.

Способ приготовления состава 5 такой же, как и состава 3. В готовое связующее пигменты вводят в соотношении 1:1,05 (пигмент:связующее).

Расплавленные краски наносят на грунт щетинными кистями. Готовую наружную роспись рекомендуется покрыть масляно-восковым лаком (состав 6).

6. *Состав масляно-воскового лака для наружной росписи* (г): пчелиный отбеленный воск — 28; льняное масло — 14

Способ приготовления состава 6 такой же, как состава 4.

Расплавленный масляно-восковой лак наносят на роспись щетинной кистью.

Для приготовления восковых красок применяют следующие сухие пигменты: цинковые белила, светлую охру, стронциановую желтую, красный кадмий, английскую красную, краплак, ультрамарин, светлый кобальт, малярную лазурь, натуральную и жженую сиену, изумрудную зелень, под слоновую кость. Если восковые краски готовят для наружных росписей с применением краплака и ультрамарина, то в связующее дополнительно вводят 50 г смолы даммара.

Восковые росписи, выполняемые кистями холодным способом, применяют только для внутренних отделок. Восковые краски готовят по составам 7, 8 и 9.

7. *Состав восковой краски* (г): пчелиный отбеленный воск — 4; смола (даммара, мастикс, элеми) — 4...8; очищенный скипидар — 16...24, пигменты — до рабочей вязкости.

8. *Состав восковой краски* (г): пчелиный отбеленный воск — 6; смола даммара — 12; очищенный скипидар — 12; пигменты — до рабочей вязкости.

Способ приготовления составов 7 и 8: расплавленный воск растворяют в 8...12 г скипидара; отдельно плавят смолу и также растворяют ее в 8...12 г скипидара; полученные составы смешивают и вводят пигменты, предварительно затертые на скипидаре до состояния пасты. Состав готовят осторожно, исключая возможность воспламенения.

9. *Эмульсионный состав восковой краски* (г): животный клей (40 %-ный) — 20; пчелиный отбеленный воск — 20; смола даммара — 40; нашатырный спирт (25 %-ный) — 10; вода — 80...100; пигменты — до рабочей вязкости.

Способ приготовления состава 9: в водный 40 %-ный раствор животного клея вводят воск и смолу и разогревают до полного расплавления; снимают с огня, вводят нашатырный спирт, хорошо перемешивают и разводят водой небольшими порциями при энергичном перемешивании эмульсии; пигменты затирают на воде до состояния пасты; на приготовленной эмульсии готовят краски, добавляя к ним пасты.

Разведенная водой эмульсия плохо сохраняется, поэтому ее готовят по мере надобности. Холодные восковые краски дают плотный матовый слой, вначале мягкий, затем постепенно твердеющий по мере улетучивания растворителя и испарения воды.

§ 65. СИЛИКАТНАЯ ЖИВОПИСЬ

Сравнительно новый, легкий в исполнении, прочный и красивый, как фреска, вид монументально-декоративной живописи — минеральная или силикатная роспись. Связующим в ней служит жидкое калиевое стекло, а красками — щелочестойкие пигменты.

Силикатную живопись выполняют двумя способами: красками, затертыми на воде, с последующим закреплением росписи жидким стеклом; красками, затертыми на калиевом жидком стекле, с введением в составы некоторых добавок. Основой под живопись по первому способу служат известковые (как под фреску) и известково-цементные штукатурки.

Ниже приведен состав 1 раствора с малым содержанием цемента.

1. *Состав известково-цементного раствора* (% по массе): известковое тесто — 22; портландцемент марки 400 — 6; кварцевый песок крупностью 0,5...0,6 мм — 72; вода — до подвижности смеси по эталонному конусу 8...10 см.

Способ приготовления раствора: в растворосмеситель вводят составляющие и перемешивают до однородного состояния.

После полного просушивания штукатурку обрабатывают 2 %-ным раствором кремнефтористоводородной кислоты, в результате образуется очень пористое основание, глубоко пропитывающееся окрасочными составами. Готовую роспись опрыскивают калиевым жидким стеклом плотностью 1,2 г/см^3. В результате обменной химической реакции между жидким стеклом и кремнефторидом кальция образуется нерастворимые в воде соединения, прочно связывающие пигменты в окрасочных составах. Для таких росписей применяют те же пигменты, что и для фрески.

Основой для живописи по второму способу служат известковые, известково-цементные, бетонные и каменные поверхности из известняков, песчаников, мраморов, плотных туфов и глинистых сланцев. Чтобы увеличить прочность и водостойкость пленок, в окрасочные составы вводят добавки — цинковые белила, мел, баритовые белила, тальк, молотый кварцевый песок и др. Цинковые и баритовые белила, а также мел разбеливают краски и несколько снижают насыщенность цветового тона росписей, а тальк и молотый песок сохраняют насыщенность и яркость тона, сообщаемые росписи пигментами.

Ниже приведены примерные окрасочные составы 2 и 3, неразбеленные и разбеленные, на жидком стекле.

2. *Неразбеленный окрасочный состав на жидком стекле* (мас. ч.): ультрамарин — 3,6; тальк — 2,4; жидкое стекло плотностью 1,14...1,21 г/см^3 — 9.

3. *Разбеленный окрасочный состав на жидком стекле* (мас. ч.): ультрамарин — 2,4; цинковые сухие белила — 2,4; тальк — 2,4; жидкое стекло плотностью 1,14...1,21 г/см^3 — 10,8.

Способ приготовления составов 2 и 3: в фарфоровую ступку насыпают пигменты и наполнители и всухую их растирают; ареометром проверяют плотность жидкого стекла, разведенного водой. Перед употреблением состава пигменты затирают на жидком стекле курантом на мраморной доске (жизнеспособность состава — не более 3 ч).

Поверхность перед росписью грунтуют жидким стеклом плотностью 1,07 г/см^3. Этим же жидким стеклом затирают краски для фона. Для первой росписи пигменты затирают жидким стеклом плотностью 1,14, а для окончательной — плотностью 1,21 г/см^3.

По свежей штукатурке составами на жидком стекле не пишут, так как роспись может потрескаться — жидкое стекло в соединении с гидроксидом кальция образует весьма жесткую и хрупкую пленку.

§ 66. КЛЕЕВАЯ ЖИВОПИСЬ

Несмотря на некоторые недостатки, клеевые росписи широко применяют для внутренних отделок. Клеевая роспись проста в исполнении, не требует дорогих материалов и красива благодаря легкому воздушному тону красок. Важно, чтобы клеевые росписи находились в сухих помещениях с постоянным температурным режимом. Роспись клеевыми казеиновыми красками применяют даже при отделке помещений с повышенной влажностью.

Для клеевой росписи основными окрасочными составами являются клеевые, казеиновые и гуашевые, приготовляемые на месте работ или выпускаемые в виде готовых форм.

Клеевые краски готовят на животных клеях — костном и рыбьем, растворимых в теплой воде. Чтобы клей не загнивал, в его раствор добавляют 0,1...0,2 % карболовой кислоты из расчета на сухой клей. Избыток клея в красках снижает декоративные качества колера, приводит к трещинам и шелушению окрасочной пленки; исключение составляют мел, умбра, сиена, ультрамарин. Для орнаментальной росписи используют клеевые растворы 5... 6 %-ной концентрации.

Казеиновые краски для росписей готовят в процессе работы на казеиновом клее «Экстра», полученном из кислотного казеина. Для приготовления казеиновых красок готовят следующий состав клея.

Состав казеинового клея (мас. ч.): кислотный сухой казеин — 1; нашатырный спирт (25 %-ный раствор) — 0,1; вода — 5; известковое молоко — 0,6.

Способ приготовления состава: 100 г известкового теста перемешивают в 500 г воды; нашатырный спирт смешивают с водой и растворяют в нем казеин в течение 1 ч; при перемешивании в состав небольшими частями вводят известковое молоко; пигменты с казеиновым клеем перетирают на мраморной доске.

Металлические инструменты и посуду, которые ржавеют от казеинового клея, что может испортить окрасочный состав, не используют в работе

Гуашевые тонкотертые краски имеют все оттенки, необходимые для многокрасочной росписи. Состав связующего для декоративных гуашевых красок приводится ниже.

Состав связующего для гуашевых красок (% по массе): гуммиарабик — 11,7; декстрин — 23,4; глицерин — 17,4; фенол — 1,2; бычья желчь (неразбавленная) — 0,3, вода — 46.

Глицерин в составе способствует растворению клея и уменьшает гигроскопичность красочной пленки. Фенол (ГОСТ 11311—76*), используемый в качестве антисептика, представляет собой бесцветную или слабоокрашенную кристаллическую массу. Фенол хорошо растворяется в воде, пожароопасен и токсичен. Бычья желчь обеспечивает хорошее наложение краски на грунт, равномерное смачивание пигмента связующим и снижает поверхностное натяжение окрасочного слоя. Готовая гуашь пластична, но нетекуча, легко наносится ровным слоем на поверхность, а после высыхания не дает отлипа и трещин, имеет матовую бархатистую фактуру; при нормальной толщине слоя высыхает примерно через 0,5 ч.

Клеевую роспись выполняют непосредственно по известковой или известково-гипсовой штукатурке. Штукатурка должна быть сухая и прочная. Грунтуют ее под роспись за два-три раза обезжиренным молоком или 5 %-ным раствором клея с добавкой 2...3 % квасцов. Монументальную роспись рекомендуется выполнять на холсте, наклеенном на поверхности. Холст под роспись грунтуют следующими составами в зависимости от вида красок.

Состав для грунтования холста под роспись клеевыми красками (мас. ч.): животный сухой клей — 1; вода — 5; сухой мел — 10.

Состав для грунтования холста под роспись казеиновыми красками (мас. ч.): кислотный сухой казеин — 10...15; нашатырный спирт (25 %-ный раствор) — 2...3; глицерин, патока — 2...5; мел — 20...35; вода — 120...160.

После высыхания клеевые краски заметно светлеют, что снижает их достоинства.

§ 67. ТЕМПЕРНАЯ ЖИВОПИСЬ

Задачам монументально-декоративной живописи лучше всего отвечает темпера. Темперная живопись долговечна, имеет матовую поверхность, ей присущ легкий воздушный тон, близкий тону фрески. Со временем, после высыхания, матовая темперная роспись лишь несколько светлеет. Высокой долговечностью, сохранностью и прочностью обладает темпера, выполненная на яичном связующем. Поэтому ее применяют для долголетней монументальной росписи большой ценности. Для менее ценной росписи используют темперу на казеиновом клее.

Яичная темпера состоит из яичного желтка и разбавляющих и консервирующих его слабых 2...3 %-ных водных растворов уксусной и карболовой кислот в соотношении 1:(1...3) (желток: кислота). Яичный желток — природная концентрированная, весьма вязкая эмульсия. Цельный желток непригоден для разведения темперных красок.

Основанием для темперной живописи служат сухие поверхности, оштукатуренные известковыми растворами и подготовленные так же, как и под фреску. По штукатурке целесообразно применять

тощие окрасочные яичные составы. Жирные составы на масле и лаке нежелательны, так как они образуют плотные окрасочные пленки, закрывающие поры основания. Влага, содержащаяся внутри конструкции, отрывает такую пленку и разрушает роспись. Чтобы роспись не портилась, на сухую штукатурку наклеивают льняную или пеньковую ткань (холст). Для этого поверхность штукатурки олифят, наносят масляную шпатлевку, шлифуют пемзой, снова олифят и в состоянии отлипа наклеивают на нее холст. Перед этим холст окунают в олифу или масляный лак, затем отжимают и натягивают по стене или потолку, расправляют от середины к краям, приглаживают резиновым валиком.

К оштукатуренной и проолифленной поверхности в сухом помещении холст можно приклеить также раствором клея следующего состава: 15 %-ный животный клей — 10 кг и натуральная олифа — 30...50 г. Олифу вливают в раствор клея и хорошо перемешивают. При использовании олифы оксоль количество ее удваивают.

Холст к штукатурке можно приклеить и по-иному. Сначала поверхность грунтуют известково-казеиновой грунтовкой. Для этого известковое тесто 50 %-ной влажности разбавляют 10 %-ным раствором казеинового клея. Затем полотно наклеивают на поверхность раствором состава 1.

1. *Состав для наклеивания холста* (г): сухой кислотный казеин — 1000; техническая бура — 100; желатин — 100...200; кристаллическая мочевина — 150...200; известковое молоко — 50; вода — 4 л.

Способ приготовления состава 1: в воде растворяют буру, в которой замачивают клей и желатин, смесь подогревают на водяной бане до температуры 70 °С и при тщательном перемешивании вводят кристаллическую мочевину, затем малыми порциями известковое молоко для разжижения состава; чтобы состав был эластичным, в него вливают 50 г олифы.

Холст окунают в состав 1, хорошо отжимают и наклеивают на поверхность, разглаживая его от середины к краям.

Наклееный холст грунтуют, что создает однородную по всасыванию и прилипанию красок поверхность. Для грунтовки холста применяют составы 2 и 3.

2. *Состав для грунтовки холста* (г): казеиновый 4 %-ный клей — 1000; цинковые сухие белила — 1000; бура — 7; вода — 0,5 л.

Способ приготовления состава 2: сначала получают 4 %-ный казеиновый клей, для чего 960 г воды, 40 г сухого казеина и 7 г буры подогревают на водяной бане; в растворенный клей вводят белила; состав тщательно перетирают курантом на мраморной доске и разбавляют водой.

3. *Эмульсионный состав для грунтовки холста* (г): сухой кислотный казеин — 50; нашатырный спирт (25 %-ный раствор) — 30...35; льняное масло — 150...250; цинковые сухие белила — 525; вода — 1,4 л.

Способ приготовления состава 3: в 0,5 л воды замачивают казеин и выдерживают до набухания (для ускорения набухания его подогревают на водяной бане до 70 °С); в клей вливают при перемешивании нашатырный спирт, затем добавляют малыми порциями льняное масло и перемешивают до получения однородной эмульсии; эмульсию разбавляют оставшейся водой и используют для затирания цинковых белил

Для темперной живописи яичные составы готовят на желтке или цельном яйце (желток и белок). Составы на яичном желтке очень жирные, по свойствам приближаются к маслянным. Составы на одном яичном белке по своим свойствам близки к клеевым, пленки их быстро стареют, поэтому для темперы их не применяют. Составы на цельном яйце более тощие.

По сухим оштукатуренным поверхностям и по наклеенному холсту при росписях применяют состав 4 на яичном желтке.

4. *Состав на яичном желтке* (ч. по объему): яичный желток — 3; уксусная кислота (20 %-ный раствор) — 2; карболовая кислота (3 %-ный раствор) — 2; пигменты — по потребности.

Способ приготовления состава 4: желток смешивают с раствором уксусной кислоты и разбавляют раствором карболовой кислоты.

Полученное таким образом связующее хранят в герметически закрытой посуде.

На этом связующем затирают сухие пигменты до состояния пасты и разбавляют ее до рабочей вязкости этим же составом.

По свежей сухой штукатурке росписи ведут темперным составом 5 на цельном яйце.

5. *Состав на цельном яйце* (ч. по объему): цельное яйцо (желток и белок) — 2; натуральная олифа — 1; уксусная кислота (3 %-ный раствор) — 1; пигменты — по потребности.

Способ приготовления состава 5: желток и белок тщательно смешивают, вливают олифу и перемешивают до получения эмульсии, которую разбавляют раствором уксусной кислоты.

Эмульсию хранят в герметически закрытой посуде. Чтобы удалить комочки белка, эмульсию перед применением процеживают через марлю.

На эмульсии затирают пигменты до состояния пасты и этим же составом разбавляют ее до рабочей вязкости.

Художественные темперные росписи внутри помещений выполняют на казеиновых составах 6 и 7.

6. *Состав на казеине (без воска)* (г): сухой кислотный казеин — 150; вода — 1000; нашатырный спирт (25 %-ный раствор) — 15; канифольный лак — 100; масляный светлый лак — 800; пигменты — по потребности.

Способ приготовления состава 6: казеин замачивают в воде до разбухания с подогревом на водяной бане до температуры 70 °С; в разбухший казеин вводят нашатырный спирт и перемешивают до полного его растворения; канифольный лак смешивают с масляным и вливают малыми порциями в раствор клея, состав перемешивают до получения эмульсии; примесь канифоли в эмульсии нейтрализует излишек щелочи.

На полученной эмульсии затирают пигменты до степени пасты, которую доводят до рабочей вязкости этой же эмульсией.

7. *Состав казеиновосковой темперы* (г): сухой кислотный казеин — 150; вода — 1000; нашатырный спирт (25 %-ный раствор) — 15; пчелиный воск — 20; олифа или масляный лак — 200; пигменты — по потребности.

Способ приготовления состава 7: казеновый клей готовят так, как и в составе 6; в отдельной емкости плавят воск и в расплав вливают небольшими порциями при тщательном перемешивании лак или олифу; масляно-восковый состав вводят в теплый раствор казеинового клея и перемешивают до получения эмульсии.

Пигменты затирают на эмульсии до состояния пасты, которую разбавляют до рабочей вязкости этой же эмульсией.

Для приготовления составов темперной росписи применяют следующие сухие пигменты: цинковые белила, охру (светлую, темную

и жженую), марс (всех цветов и оттенков), стронциановую желтую, железный сурик, натуральную мумию, сиену натуральную и жженую, кобальт (синий, голубой и зеленый), изумрудную зелень, оксид хрома, диоксид марганца, жженую кость, английскую красную, редоксайд, красный кадмий (реже — желтый и оранжевый), умбру натуральную и жженую, коричневый пигмент, ультрамарин (для неответственных росписей).

Если в составах достаточно связующего, то темперные краски после высыхания светлеют, но незначительно, а сухая пленка на стекле или бумаге дает при трении рукой легкий блеск. В противном случае темперная живопись меняет цвет, что нежелательно. Для большей сохранности и предохранения от пыли и копоти законченную темперу покрывают очень тонким слоем светлого лака.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение монументально-декоративной живописи? 2. Что такое фреска? 3. Что может служить основанием под фресковую живопись? 4. Какие краски применяют для фрески? 5. Что такое энкаустика? 6. Какие материалы применяют для выполнения энкаустики? 7. Расскажите о материалах, применяемых для силикатной живописи. 8. Каковы достоинства и недостатки клеевой живописи? 9. Перечислите материалы, применяемые для клеевой живописи. 10. В чем особенности темперы? 11. Какие основания и материалы пригодны для темперы?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После изучения курса строительного материаловедения по учебнику «Материаловедение для отделочников-строителей. Материалы для малярных и штукатурных работ» и прохождения производственной практики нетрудно прийти к выводу, что маляру и штукатуру необходимо знать свойства и назначение отделочных материалов и тех строительных материалов, на которые их наносят.

И штукатуру, и маляру важно хорошо знать неорганические и органические вяжущие, заполнители и наполнители, пигменты и связующие, подготовительные и вспомогательные материалы, а если они работают по художественной отделке, необходимо, кроме отделочных, знать материалы для монументально-декоративной живописи. Отделочник, изучивший курс материаловедения, ясно понимает различие между цементом и гипсом, известью и глиной, растворной смесью и раствором, пигментом и красителем, грунтовкой и шпатлевкой, клеем и клейстером, эмульсией и латексом, обоями и декоративными пленками.

От штукатура и маляра зависят долговечность и эстетичность отделки. Обеспечить высокое качество работ можно лишь при условии глубокого знания технологических и эксплуатационных свойств материалов. Поэтому и учащиеся, и молодые рабочие, чтобы стать настоящими мастерами своего дела, должны постоянно повышать и обновлять запас знаний, общаться с опытными рабочими и мастерами, перенимать их богатый опыт, следить за публи-

кациями в специальных журналах («Строитель», «Строительные материалы», «Строительство и архитектура» и др.), изучать и пользоваться Строительными нормами и правилами (СНиП), Государственными стандартами (ГОСТами) и Техническими условиями (ТУ) на строительные и отделочные материалы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Александровский А. В., Попов К. Н. Материалы для декоративных штукатурных, плиточных и мозаичных работ. М., 1986.

Андрианов Р. А. Лабораторные работы по материаловедению для отделочников строительных. М., 1988.

Белогуров В. П., Чмырь В. Д. Справочник молодого маляра. М., 1988.

Белоусов Е. Д., Вершинина О. С. Малярные и штукатурные работы. М., 1990.

Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. Строительные материалы. М., 1986.

Кокин А. Д. Повышение производительности труда при отделке зданий. М., 1985.

Лебедев М. М, Лебедев Л. М. Справочник молодого штукатура. М., 1989.

Падуа В. Д. Преподавание спецтехнологии малярных работ. М., 1982.

Суржаненко А. Е. Альфрейно-живописные работы. М., 1990.

Шепелев А. М. Штукатурные декоративно-художественные работы. М., 1990.

55 к.

